CEAG

CEAG Sicherheitstechnik GmbH

Grundlagen Explosionsschutz

COOPER Crouse-Hinds

Inhalt

Vorwort 3

Geschichte des Explosionsschutzes 4

Grundlagen des Explosionsschutzes 6
- Explosionsfähige Atmosphäre 6
- Zündquellen 6
- Flammpunkt 7

Primärer und sekundärer Explosionsschutz 8

Explosionsgefährdete Bereiche 9

Einteilung in Zonen 9
- Zone 0 9
- Zone 1 9
- Zone 2 10
- Zone 20 10
- Zone 21 10
- Zone 22 10

Die EG Ex-Richtlinien 11

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 (ATEX) 12
- Anwendungsbereich 12
- Grundlegende Sicherheitsanforderungen 13
- Gerätegruppen und -kategorien 14
- Inverkehrbringen und Inbetriebnahme von Produkten 15
- Vorgehensweise bei unsicheren Produkten 15
- Kennzeichnung 15
- Übergangsregelungen 15

Die CE-Kennzeichnung 16

Das Gerätesicherheitsgesetz (GSG) 18
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Geräten und Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche – Explosionsschutzverordnung (ExVO) 18
- Neufassung der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV) 18
- Normen 19
- Zoneneinteilung 20
- Explosionsschutzdokument 21

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche 22
- Grundlagen 22

Zündschutzarten explosionsgeschützter Betriebsmittel 24

Allgemeine Bestimmungen nach EN 50 014 24

Ölkapselung „o“: EN 50 015 / VDE 0170/0171 Teil 2 25

Überdruckkapselung „p“: EN 50 016 / VDE 0170/0171 Teil 3 25

Sandkapselung „q“: EN 50 017 / VDE 0170/0171 Teil 4 26

Druckfeste Kapselung „d“: EN 50 018 / VDE 0170/0171 Teil 5 27
- Kombinierte Zündschutzarten 27

Erhöhte Sicherheit „e“: EN 50 019 / VDE 0170/0171 Teil 6 28

Vergusskapselung „m“: EN 50 028 / VDE 0170/0171 Teil 9 29

Eigensicherheit „i“: EN 50 020 / VDE 0170/0171 Teil 7 30
- Begriffe 30
- Grundlagen 30
- Zündgrenzkurven 31
- Kategorien der eigensicheren und zugehörigen elektrischen Betriebsmittel 31
- Baubestimmungen 32
- Bauarten von Begrenzungsbausteinen 32
- Trennung eigensicherer von nicht eigensicheren Stromkreisen 32
- Betriebsmittel für eigensichere Stromkreise 32
- Planung eigensicherer Stromkreise 33
- Arbeiten und Prüfen an eigensicheren Stromkreisen 33

Eigensichere elektrische Systeme „i“ EN 50 039 / VDE 0170/0171 Teil 10
- Begriffe 34

Kopfleuchten für schlagwettergefährdete Grubenbaue EN 50 033 / VDE 0170/0171 Teil 14 35
- Begriffe 35

Zone 0 - Betriebsmittel 36

Zone 2 - Betriebsmittel 37

- Zündschutzart „n“ EN 50 021/VDE 0170/0171 Teil 16 37

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbaren Stäuben 39
- Zündquellen 39
- Elektrische Betriebsmittel zum Einsatz in Bereichen mit brennbarem Staub mit Schutz durch Gehäuse 39

Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen 41
- Pflichten des Herstellers 41
- Pflichten des Errichters 41
- Pflichten des Betreibers 41

Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen 42
Sicherheitsrelevante Kenndaten des explosionsgefährdeten Bereichs 42
Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche 42
Temperaturklasse - Explosionsgruppe 43
Atmosphärische Bedingungen 43
Auswahl elektrischer Betriebsmittel 44
Grundlegende Errichtungsanforderungen 45
Elektrische Schutz- und Überwachungseinrichtungen 46
Kabel und Leitungen 46
Zusatzanforderungen 46

Instandhaltung explosionsgeschützter Betriebsmittel 48
Vorschriften, Bestimmungen und Verordnungen 48
Besondere Sicherheitsmaßnahmen 48
Montage 50
Wartung 50
Instandsetzung 51

Definition der explosionsgefährdeten Bereiche und Anforderungen an explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel im Weltmarkt 53
NEC 53
Vergleich NEC IEC/EN 53

IP-Schutzarten 55

Tabelle 1- Verfahren zur Beurteilung der Einstufung in Zonen nach ElexV, EX-RL u. VDE 0165 56

Tabelle 2 Schnellorientierung beim Explosionsschutz 57

Anhang 1 Muster einer Sachverständigen-Bescheinigung nach § 9 ElexV 58

Anhang 2 Muster einer Sachverständigen-Bescheinigung nach § 10 ElexV (alt) 59

Anhang 3 Muster einer Installations-Bescheinigung 60

Anhang 4 Muster eines Erlaubnisscheins 61

Anhang 5 Literaturverzeichnis 62

Anhang 6 Harmonisierte Normen nach Richtlinien 94/9/EG 63

Vorwort

Diese Druckschrift soll einen kurz gefassten Überblick über die wesentlichen Gesichtspunkte des Explosionsschutzes geben. Verbindlich für die Pflichten der Hersteller, Errichter und Betreiber von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind die gesetzlichen Verordnungen, die VDE-Bestimmungen und die Regeln der Berufsgenossenschaften in der jeweils gültigen Fassung.
Für den interessierten Leser befinden sich am Ende der Druckschrift Literaturhinweise.

Geschichte des Explosionsschutzes

| *Grubenleuchte*

Bereits 1909 begann die Concordia Elektrizitäts Aktiengesellschaft, später CEAG genannt, schlagwettergeschützte elektrische Grubenlampen für den Bergbau zu produzieren. Bis zu diesem Zeitpunkt gab es nur offenes Geleucht. Erste Sicherheitsgedanken wurden 1815 durch die Erfindung des englischen Chemikers Sir Davy eingebracht. So entwickelte er eine Öllampe, die das Durchschlagen der Flamme durch ein engmaschiges Sieb verhinderte.

Einen für die Entwicklung des Explosionsschutzes ausschlaggebenden Schritt machte Bergassessor Dr.-Ing. e.h. Carl Beyling mit seinen grundsätzlichen Versuchen über die Schlagwettersicherheit besonders geschützter elektrischer Motoren und Apparate im Steinkohlenbergbau. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten waren die Grundlage der Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetterschutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Schaltgeräten aus dem Jahre 1912. Als Schutzmaßnahmen galten die Zündschutzarten:

- Druckfeste Kapselung (damals als geschlossene Kapselung bezeichnet)
- Plattenschutzkapselung
- Ölkapselung
- Drahtgewebekapselung

Ab 1924 waren zur Beleuchtung explosionsgefährdeter Räume nur Glühlampen zulässig, deren Leuchtkörper luftdicht abgeschlossen wurde. Die Glühlampen mussten mit starken Schutzglas-Überglocken versehen sein, die auch die Fassung dicht einschlossen.

Lichtschalter waren außerhalb der gefährdeten Räume anzuordnen und beim Versagen oder beim Fehlen einer Beleuchtung in explosionsgeschützter Ausführung war das Betreten der Räume nur mit Sicherheitslampen zulässig. Man verzichtete deshalb im allgemeinen auf elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen.

Maschinen mit Schleifringen oder Kommutatoren mussten so ausgeführt sein, dass der Schleifring- oder Kommutatorraum mindestens geschlossen und von Fremdluft oder geeignetem Gas unter Überdruck durchspült war. Die Spülung musste zwangsläufig vor dem Einschalten der Maschine einsetzen oder die Maschine musste druckfest gekapselt sein. Die Forderung galt für alle Räume, in denen Gas- oder Dampf-Luft-Gemische auftreten konnten.

Die erste deutsche Vorschrift auf dem Gebiet des Schutzes explosionsgefährdeter Anlagen waren die 1935 herausgegebenen Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen (VDE 0165/1935).

Die grundsätzliche Neubearbeitung der Vorschriften begann mit der Bauvorschrift VDE 0171 „Vorschriften für explosionsgeschützte Betriebsmittel“, die 1943 endgültig in Kraft trat. Sie gab den Herstellern elektrischer Betriebsmittel und Geräte für den Betrieb in explosionsgefährdeten Räumen die notwendigen Unterlagen für eine sichere Bauweise und konstruktive Ausführung. Die Vorschrift erläuterte die einzelnen Zündschutzarten und ihre Anwendungsbereiche, enthielt zahlreiche Baubestimmungen und führte für die nach der Vorschrift gebauten elektrischen Betriebsmittel die Kennzeichnung (Ex) ein.

Die Leitsätze und Bestimmungen der VDE-Vorschriften 0165 und 0171 waren Grundlage für die Polizeiverordnung vom 13.10.1943 über elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Räumen und Betriebsanlagen sowie in schlagwettergefährdeten Grubenbauen. Die Polizeiverordnung richtete sich in erster Linie an die Hersteller elektrischer Betriebsmittel. Sie legte fest, dass explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel nur dann in den Verkehr gebracht, aufgestellt und betrieben werden durften, wenn sie den genannten VDE-Vorschriften entsprachen und den dort angegebenen Typ- und Stückprüfungen genügt hatten.

Das zuständige Gewerbeaufsichtsamt wurde als entscheidende Instanz für die Festlegung des Umfangs der Explosionsgefährdung in einem Raum oder einer Betriebsanlage bestimmt.

Die Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ExVO), heute ElexV, von 1963 führte neben der Pflicht zur Begutachtung der explosionsgeschützten Betriebsmittel durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt oder die Bergbau-Versuchsstrecke (BVS) die Bauartzulassungspflicht durch die Behörden des zuständigen Bundeslandes ein.

Forschungsarbeit von Bergassessor C. Beyling

1975 erließ der Rat der Europäischen Gemeinschaft Explosionsschutz-Rahmenrichtlinien. Durch CENELEC, das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung wurden die erforderlichen europäischen Normen für elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen erarbeitet. Die neuen europäischen Normen EN 50014 bis EN 50020 wurden in Deutschland als VDE Normen in das nationale Normenwerk übernommen. Diese, als VDE-Bestimmungen gekennzeichneten Normen DIN EN 50014 bis 50020/VDE 0170/0171 Teil 1 bis 7 traten am 1.5.1978, die neuen gesetzlichen Regelungen am 1.7.1980 in Kraft.

Durch die Rechtsverordnung, nunmehr ElexV genannt, werden das Gutachten der Prüfstellen und die Bauartzulassung durch eine Baumusterprüfung ersetzt. Die Baumusterprüfung wird von zugelassenen Stellen der Mitgliedstaaten der EU vorgenommen. Die aufgrund der Prüfung erteilten Konformitäts- und Kontrollbescheinigungen werden von allen Mitgliedstaaten der EU als Baumusterprüfbescheinigungen gegenseitig anerkannt.

Die Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 23.3.94 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliederstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, ersetzt endgültig ab dem 1. Juli 2003 sämtliche bisher auf europäischer Ebene bestehenden Richtlinien zum Explosionsschutz. Als Umsetzungstermin der neuen Richtlinie in nationales Recht wurde vom Europäischen Parlament der 1. März 1996 festgelegt.

Am 12.12.1996 wurde die Richtlinie 94/9/EG durch die zweite Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz und zur Änderung von Verordnungen zum Gerätesicherheitsgesetz durch die Explosionsschutzverordnung (Ex VO) in nationales Recht umgesetzt. Mit dieser Verordnung wurde auch die Azetyl.Verordnung, VbF und ElexV an das europäische Recht angeglichen. Bedingt durch eine Übergangszeit bis 30.06.2003 waren nun Hersteller, Prüfstellen und Betreiber mit unterschiedlichen, aber ähnlich lautenden Verordnungen konfrontiert.

Im Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften wurden am 28.01.2000 die zweite für den Explosionsschutz wichtige Richtlinie 1999/92/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, veröffentlicht. Hier wurde als letzter Umsetzungstermin der neuen Richtlinie in nationales Recht der 30.06.2003 festgelegt.

Grundlagen des Explosionsschutzes

Explosionsfähige Atmosphäre

Eine explosionsfähige Atmosphäre besteht aus einem Gemisch von brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebel oder Stäuben mit Luft einschließlich üblicher Beimengungen von z.B. Feuchte. In der explosionsfähigen Atmosphäre pflanzt sich eine Reaktion nach erfolgter Zündung unter atmosphärischen Bedingungen selbständig fort. Atmosphärischen Bedingungen (zur Zeit nur konkretisiert in der VDE 0165 (2/91) und in der ExRL).
Als atmosphärische Bedingungen gelten Gesamtdrücke von 0,8 bis 1,1 bar und Gemischtemperaturen von - 20° bis + 60° C. Auf dieser Festlegung basieren jedoch die europäischen Richtlinien sowie deren umsetzende Verordnungen.

Die Gefahr einer Explosion besteht, wenn außerdem folgende Voraussetzungen gleichzeitig erfüllt sind:
- Der Anteil des brennbaren Stoffes ist so hoch, dass sich ein explosionsfähiges Gemisch bilden kann.
- Im gleichen Raum befindet sich eine Zündquelle, die das Gemisch entzünden kann.

Explosionsfähig ist ein Gemisch, wenn die Konzentration unter atmosphärischen Bedingungen innerhalb bestimmter stoffspezifischer Grenzen liegt. Die untere Explosionsgrenze nennt die Konzentration, bis zu der ein Gemisch noch nicht explosionsfähig ist. Die obere Explosionsgrenze bezeichnet die Konzentration, bis zu der das Gemisch explosionsfähig ist. Bei anderen als atmosphärischen Bedingungen ändern sich die Explosionsgrenzen. Mit zunehmendem Sauerstoffanteil nimmt z.B. die obere Explosionsgrenze zu.

Die Explosionsgrenzen werden in der Regel in Volumen-Prozent angegeben. Mit Volumen-Prozent, abgekürzt Vol.-%, ist der Volumenanteil des brennbaren Stoffes im Gemisch mit Luft gemeint. Für Wasserstoff beträgt die untere Explosionsgrenze 4,0 Vol.-%, die obere Explosionsgrenze 75,6 Vol.-%. In den sicherheitstechnischen Kennzahlen sind für die meisten bekannten Stoffe quantitative Aussagen über ihre Eigenschaften festgehalten.

Besteht bei der Entzündung eines explosionsfähigen Gemisches direkt oder indirekt eine Gefahr für Menschen, dann liegt eine **gefährliche explosionsfähige Atmosphäre** vor. Ob eine Atmosphäre gefährlich ist, lässt sich grob abschätzen. In geschlossenen Räumen, unabhängig von der Größe, sind 10 l explosionsfähige Atmosphäre bereits gefährlich. Bei kleineren Raumvolumen als 100 m^3 gilt dies auch für kleinere Mengen.

Zündquellen

Zündquellen, die eine Explosion auslösen können, sind:
- **elektrische Funken und Lichtbögen**, z.B.
  - beim Öffnen und Schließen von Stromkreisen
  - beim Entladen aufgeladener Anlagenteile
  - an den Schaltstücken von Schaltgeräten
  - beim Zerstören von Leitungen und Kabeln
  - bei Kurzschluss, bei elektrischen Ausgleichsströmen
- **mechanisch erzeugte Funken**, durch Reib-, Schlag- und Schleifvorgänge
- **heiße Oberflächen** wie stromführende Leiter in Wicklungen von Motoren, Heizleiter, Lager, Wellendurchführungen
- **elektrostatische Aufladungen** als Folge von Trennvorgängen, an denen mindestens ein aufladbarer Stoff beteiligt ist. (Ablaufen von Folien über Walzen, Treibriemen, Be- und Entladevorgänge von Flüssigkeiten und pulverförmigen Stoffen.)

Obwohl sie nicht so bedeutend sind sollen hier noch folgende Zündquellen genannt werden:
- glühende Teilchen (Partikel)
- Flammen
- Verdichtung und Stoßwellen z.B. durch zerbrechende Vakuumgefäße und Leuchtstofflampen
- Elektromagnetische Wellen im optischen Spektralbereich
- Ultraschall: führt zur Erwärmung
- Strahlung
  - Hochfrequenz
  - radioaktive Strahlung
  - Röntgenstrahlung
- chemische Reaktion

Flammpunkt

Eine Explosionsgefahr kann auch entstehen, wenn eine brennbare Flüssigkeit an ihrer Oberfläche verdampft. Dabei kommt es zu einem Dampf-Luft-Gemisch, das unter bestimmten Bedingungen eine explosionsfähige Atmosphäre bildet.

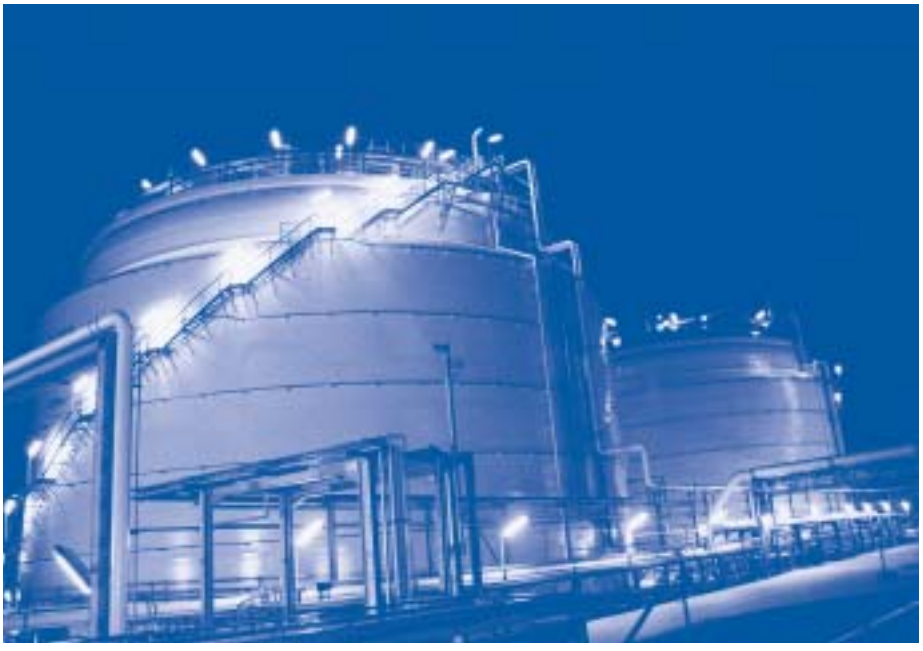
Die Temperatur dafür muss den Flammpunkt der Flüssigkeit erreicht haben. Unter Flammpunkt wird bei einem Druck von 1013 hPa (normaler Luftdruck) die niedrigste Temperatur verstanden, bei der sich Dämpfe in solcher Menge entwickeln, so dass sich über der Flüssigkeit ein entflammbares Gemisch bildet.

Brennbare Flüssigkeiten werden gemäß „Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten“ (TRbF) nach dem Flammpunkt in vier Gefahrenklassen eingeteilt:

Gefahrenklasse	Flammpunkt
AI	< 21° C
AII	21 bis 55° C
AIII	> 55 bis 100° C
B	< 21° C, bei 15° C in Wasser löslich

Auch brennbare Stäube können bei einer gleichmäßig verteilten Schichtdicke von weniger als 1 mm und normalen Raumhöhen nach Aufwirbelung den gesamten Raum mit einem explosionsfähigen Staub-Luft-Gemisch vollständig ausfüllen.

Siehe hierzu auch nähere Erläuterungen im Kapitel „Explosionsgefährdete Bereiche“.



Ölterminal

Primärer und sekundärer Explosionsschutz

Beispiele für das Vermeiden brennbarer Stoffe

Brennbarer Stoff	Ersatzstoff
brennbare Lösungs- und Reinigungsmittel	wässrige Lösungen
brennbare, pulverförmige Füllstoffe	unbrennbare Stoffe

Die Vermeidung der Gefahr einer Explosion ist immer besser als jeglicher Schutz vor Explosionen. Eine Explosion lässt sich verhindern, wenn man das Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre ausschließen kann. Maßnahmen mit diesem Ziel werden **Primärer Explosionsschutz** genannt und müssen vordringlich umgesetzt werden.

Vermeiden brennbarer Stoffe
Wann immer es möglich ist, sollten brennbare Stoffe durch solche ersetzt werden, die keine explosionsfähigen Gemische bilden können.

Beachtung des Flammpunktes
Hier unterscheidet man zwei Verfahren.

Heraufsetzung des Flammpunktes
Hier muss der Flammpunkt einer brennbaren Flüssigkeit um mindestens 5–10 K über der Verarbeitungstemperatur oder der Raumtemperatur liegen. Bei wasserlöslichen, brennbaren Stoffen lässt sich dies durch Beimengen von Wasser erreichen.

Heruntersetzen der Verarbeitungstemperatur
Bei diesem Verfahren muss sichergestellt werden, dass die Verarbeitungstemperatur durch technische Maßnahmen (z.B. Kühlung) immer mindestens 5-10 K unterhalb des Flammpunktes verbleibt. Störungen, Stillstände, Leckagen und sonstige Einflussgrößen müssen jedoch sicher beherrscht werden.

Konzentrationsbegrenzung
Lässt sich die Konzentration eines Stoffes auf den Bereich unterhalb der unteren oder oberhalb der oberen Explosionsgrenze begrenzen, kann die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindert werden.
Bei Gasen lässt sich dieses Ziel häufig verwirklichen. Schwierigkeiten entstehen, wenn Gas austritt oder der Zündbereich beim Anfahren oder Abstellen der Anlage durchfahren werden muss.
Bei flüssigen Stoffen hält man die Konzentration meist unterhalb der unteren Explosionsgrenze, da der obere Bereich einen sehr hohen Aufwand erfordert.
Bei Stäuben kommt diese Maßnahme nicht in Frage, da eine gleichmäßige Verteilung praktisch nicht zu erreichen ist.

Inertisierung
Ist der Sauerstoffanteil eines Gemisches kleiner als 10 Vol.-%, liegt in der Regel kein explosionsfähiges Gemisch mehr vor. Um einen so geringen Anteil zu erreichen, werden dem Gemisch sogenannte gasförmige Inertstoffe wie Stickstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf oder Halogen-Kohlen-Wasserstoff zugegeben, bis die gewünschte Konzentration erreicht wird.
Wenn das Verhältnis des Volumenanteils des Inertgases zu brennbarem Gas mindestens 25:1 beträgt, so kann keine explosionsfähige Atmosphäre entstehen, unabhängig davon, welche Luftmenge zugemischt wird.

Lüftung
Durch Lüften lässt sich die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verhindern oder einschränken. In Räumen oberhalb der Erdgleiche und ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen erneuert sich die Luft durch natürliche Belüftung einmal pro Stunde. In Kellerräumen dauert der Luftaustausch dagegen bis zu 2,5 Stunden. Die Konzentration des Gemisches ist jedoch nur dann berechenbar, wenn die ausströmende Menge eines brennbaren Stoffes pro Zeiteinheit bekannt ist und eine gleichmäßige Durchmischung vorausgesetzt werden kann.

Die natürlichen Strömungsverhältnisse in einem Raum kann ein Fachmann für Lüftungsfragen beurteilen, der dann meist die technische Lüftung empfiehlt. Diese sorgt für den Austausch größerer Luftmengen und eine gezieltere Luftführung im Vergleich zur natürlichen Belüftung. Außerdem lässt sich die auftretende Konzentration mit wesentlich größerer Sicherheit bestimmen. Durch Störungen austretende Gaswolken können mit einer technischen Lüftung schnell auf unkritische Werte verdünnt werden. Die technische Lüftung hat aber den Nachteil, ständig gewartet und überwacht werden zu müssen. Außerdem muss Vorsorge für den Fall getroffen werden, dass die Anlage mit geringerer Leistung arbeitet oder ganz ausfällt.

Explosionsdruckfeste Bauweise
Die explosionsdruckfeste Bauweise ist eine konstruktive Maßnahme, die eine Explosion zwar nicht verhindert, aber deren Auswirkung auf ein unbedenkliches Maß einschränkt. Die Apparatur muss so gebaut sein, dass sie dem maximalen Explosionsdruck und im Extremfall sogar dem Detonationsdruck standhält. Bei Rohr- und auch bei langgestreckten Konstruktionen kann es schnell zur Detonation kommen. Wenn die druckfeste Bauweise dem erhöhten Druck nicht gewachsen ist, müssen wirksame Explosionsdruckentlastungen eingebaut werden.

Sekundärer Explosionsschutz
Nach Ausschöpfen aller Möglichkeiten des primären Explosionsschutzes kann es immer noch Bereiche geben, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Diese Bereiche nennt man **explosionsgefährdete Bereiche**. Hier greift der sekundäre Explosionsschutz mit seinen Zündschutz-Maßnahmen, die Zündquellen unwirksam machen. Alle elektrischen Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche zählen zum sekundären Explosionsschutz.

Explosionsgefährdete Bereiche

Brennbare Gase, Dämpfe und Nebel	
Zone 0	gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist **ständig** oder **langzeitig** vorhanden
Zone 1	es ist damit zu rechnen, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre **gelegentlich** auftritt
Zone 2	es ist damit zu rechnen, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre **nur selten** und dann auch **nur kurzzeitig** auftritt
Brennbare Stäube	
Zone 20	Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus Staub-Luft-Gemischen besteht, **ständig, langzeitig oder häufig** vorhanden ist
Zone 21	Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Staub-Luft-Gemischen **gelegentlich, kurzzeitig** auftritt
Zone 22	Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch aufgewirbelten Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur **selten** und während eines **kurzen Zeitraums**

Zoneneinteilung nach EN 50014

Ex-Stableuchte für den Einsatz in Zone 0: speziell für die erhöhten Anforderungen in diesem Gefahrenbereich zugelassen.

Einteilung in Zonen

Explosionsgefährdete Bereiche werden in sechs Zonen eingeteilt. Die Einteilung richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Außerdem wird zwischen brennbaren Gasen, Dämpfen und Nebeln einerseits und brennbaren Stäuben andererseits unterschieden.
Welche explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel dürfen in den einzelnen Zonen verwendet werden?

Zone 0

Zur Zone 0 gehören hauptsächlich die Bereiche innerhalb geschlossener Behälter, Rohrleitungen und Apparaturen, in denen sich brennbare Flüssigkeiten befinden. Dabei liegt die Betriebstemperatur über dem Flammpunkt. Der explosionsgefährdete Bereich liegt dabei oberhalb des Flüssigkeitsspiegels, nicht innerhalb der Flüssigkeit. Die meisten Gase brennbarer Flüssigkeiten sind schwerer als Luft und breiten sich ähnlich wie Flüssigkeiten aus. Vertiefungen wie Gruben oder ein Pumpensumpf können diese explosionsfähigen Gase über längere Zeiträume beherbergen, so dass auch hier mit einer Zone 0 gerechnet werden muss.

Bei den **Betriebsmitteln für Zone 0** müssen Zündquellen auch noch bei selten auftretenden Betriebsstörungen explosionsgeschützt sein. Deshalb müssen die Betriebsmittel folgenden Anspruch erfüllen:
Beim Versagen einer Zündschutzart oder bei gleichzeitigem Auftreten von zwei Fehlern muss noch ein ausreichender Explosionsschutz sichergestellt sein.

Den Baubestimmungen DIN EN 50284 (VDE 0170/0171/Teil 12–1) ist zu entnehmen, dass der erforderliche Explosionsschutz erzielt wird, wenn das Betriebsmittel

- in der Zündschutzart „ia“ nach EN 50 020 gebaut ist oder
- mindestens in einer Zündschutzart nach EN 50 015 bis EN 50 020 ausgeführt ist und der Schutzumfang durch eine zweite unabhängige Schutzart erweitert wurde.

So wurden z.B. druckfeste Leuchten zusätzlich überdruckgekapselt oder eigensichere Betriebsmittel zusätzlich vergossen nach EN 50 028.
Betriebsmittel für die Zone 0 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 1G entsprechen.
In der Zone 0 ist die Gefahr der Zündung durch elektrostatische Aufladung besonders groß. Aus diesem Grunde sind in der maßgebenden Norm DIN EN 50284 sehr detaillierte über die Anforderungen der DIN EN 50014 hinausgehende Anforderungen enthalten.

Zone 1

In Zone 1 werden brennbare oder explosionsfähige Stoffe hergestellt, verarbeitet oder gelagert. Dazu zählen die Umgebung von Beschickungsöffnungen und der nähere Bereich von Füll- und Entleerungseinrichtungen, der nähere Bereich um zerbrechliche Apparaturen, Leitungen und um nicht ausreichend dichtende Stopfbuchsen an Pumpen und Schiebern. Es ist wahrscheinlich, dass während des normalen Betriebes eine zündfähige Konzentration auftritt. Zündquellen, die bei normalem, störungsfreiem Betrieb auftreten und solche, die üblicherweise bei Betriebsstörungen auftreten, müssen explosionssicher ausgeführt sein.
Die einzelnen Zündschutzarten werden im Kapitel „Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche“ beschrieben.
Betriebsmittel für die Zone 1 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 2G entsprechen.

Ex-Steuerschalter und Ex-Sicherheitsschalter mit Rohrbefestigung, zugelassen für die Ex-Zone 1 und 21

Ex-Leuchte für Leuchtstofflampen mit EVG, einsetzbar in Zone 2 und Zone 22.

Zone 2

Zur Zone 2 zählen weitere Bereiche um die Zonen 0 und 1, sowie Bereiche um Flanschverbindungen bei Rohrleitungen in geschlossenen Räumen. Außerdem kommen die Bereiche in Frage, in denen durch natürliche oder technische Lüftung die untere Explosionsgrenze nur in Ausnahmefällen erreicht wird wie in der Umgebung von Anlagen im Freien.
In Zone 2 werden brennbare oder explosionsfähige Stoffe hergestellt oder gelagert. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine zündfähige Konzentration auftritt, ist selten und dann auch nur für kurze Zeit gegeben.

Zündquellen bei normalem, störungsfreien Betrieb müssen explosionssicher ausgeführt sein.
Zugelassen sind alle Betriebsmittel, die den Bestimmungen für Betriebsmittel der Zone 0 und 1 genügen.
Die Betriebsmittel für Zone 2 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 3G entsprechen.

Zone 20

Betriebsmittel für die Zone 20 müssen speziell für diesen Einsatz, z.B. in Getreidesilos, zugelassen sein. Baubestimmungen für Betriebsmittel für diese Zone bei einem Schutz durch das umgebende Gehäuse sind in DIN EN 50281-1-1 enthalten. Weitere Normen z.B. für Betriebsmittel in der Zündschutzart Eigensicherheit sind in Vorbereitung. Betriebsmittel für die Zone 20 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 1D entsprechen.

Zone 21

Mühlen, Lagerhäuser für Kohle oder Getreide und die Umgebung von Abfüllstellen zählen unter anderem zur Zone 21. Hier können z.B. durch gelegentlich an Öffnungen austretenden Staub explosionsfähige Staubwolken entstehen. Oft werden bei der Beurteilung der Gefahr die Gefahren durch Staubablagerungen unterschätzt. Durch Glimmnestbildung, Schwelgasbildung, Schwelgasverpuffung und Aufwirbelung von Staub durch Glimmbrand können explosionsfähige Staubluftgemische entstehen.
Betriebsmittel für die Zone 21 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 2D entsprechen.

Zone 22

In Zone 22 ist im normalen Betrieb nicht mit dem Auftreten eines explosionsfähigen Staub Luft Gemisches zu rechnen. Nur bei Betriebsstörungen ist mit einer explosionsfähigen Atmosphäre durch z. B aufgewirbelten Staub zu rechnen. Betriebsmittel für die Zone 22 müssen nach Richtlinie 94/9/EG der Kategorie 3D entsprechen. Sollten in der Anlage leitfähige Stäube vorhanden sein, sind nach DIN/EN 50281-1-2 Betriebsmittel der Kategorie 2D einzusetzen.

Ausführliche Informationen zu allen Zonen finden sich im Kapitel Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen.

EG Ex-Richtlinien

	Richtlinie 79/196/EWG	Richtlinie 94/9/EG – ATEX 100 a –
Geltungsbereich	Elektrische Betriebsmittel Gas-explosionsgefährdete Bereiche	Elektrische und nicht elektrische Geräte und Schutzsysteme Gas- und staubexplosions-gefährdete Bereiche
Gemeinschaftliches Unterscheidungs-zeichen für den freien Warenverkehr		
Bescheinigung	Konformitätsbescheinigung Kontrollbescheinigung durch benannte Prüfstelle	Konformitätserklärung des Herstellers Basis ist eine Bauart-zulassung der benannten Prüfstelle
QS-System	nicht angesprochen	gefordert
Einsatzbereiche und Ausführung der Betriebsmittel	geregelt durch Normen	direkte Regelung in der Richtlinie – Gerätegruppen – Gerätekategorien – Grundlegende Sicher-heitsanforderungen
Gerätekennzeichen	geregelt durch Normen	Festlegung durch Richtlinie

Freier Warenverkehr innerhalb der Europäischen Gemeinschaft

Im Gründungsvertrag der EWG wurde die Basis für den freien Warenverkehr innerhalb des europäischen Wirtschaftraumes geschaffen.

Artikel 100a des Vertrages

In neuer Fassung Artikel 95

Als Grundlage für die Umsetzung der Vorgabe erfolgte durch das europäische Normengremium für elektrische Betriebsmittel (CENELEC) die Erarbeitung einer kompletten Reihe europäischer Normen für explosionsgeschützte Betriebsmittel. Mit der Richtlinie 79/196/EWG wurde durch die europäische Kommission die rechtliche Basis geschaffen.

Diese „alte“ Richtlinie beschränkte sich auf explosionsgeschützte ***elektrische*** Betriebsmittel und Regelungen, die für den freien Warenverkehr erforderlich waren. Durch starre Verweise auf die europäischen Normen wurde die normative Basis für die Zulassung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel durch „benannte Stellen“ geregelt.

Die „neue“ Richtlinie 94/9/EG regelt die Anforderungen an ALLE Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Darüber hinaus sind nun in der Richtlinie die „Grundlegenden Sicherheitsanforderungen“ für explosionsgeschützte Betriebsmittel direkt enthalten. Hersteller von explosionsgeschützten Betriebsmitteln müssen ein durch eine „benannte Stelle“ zu prüfendes Qualitätssicherungssystem nachweisen. Neu ist ebenfalls die Beschreibung der Gefährdungsbereiche in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und ein daraus resultierendes, abgestuftes Sicherheitsprofil für die zum Einsatz kommenden „Betriebsmittel“. Da diese neue Richtlinie nach dem „New approach“ der EG abgefasst ist, wurde hiermit auch für explosionsgeschützte Betriebsmittel die Konformitätserklärung des Herstellers, verbunden mit einer CE-Kennzeichnung der Produkte, eingeführt. Eine ausführliche Erläuterung zur Richtlinie 94/9/EG ist im Kapitel „Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. März 1994“ enthalten.

Nebenstehend eine kurze Gegenüberstellung der Hauptunterschiede der Regelungen nach der alten und der neuen Richtlinie.

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 – ATEX Richtlinie –

Aufbau der Richtlinie 94/9/EG

Verfügender Teil

Kapitel	Artikel	Überschrift
I	1 – 7	Anwendungsbereich, Inverkehrbringen und freier Warenverkehr
II	8 – 9	Konformitätsbewertungsverfahren
III	10 – 11	CE-Konformitätskennzeichnung
IV	12 – 16	Schlussbestimmungen

Anhänge

I	Entscheidungskriterien für die Einteilung der Gerätegruppen in Kategorien
II	Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Geräten und Schutzsystemen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
III	Modul: EG-Baumusterprüfung
IV	Modul: Qualitätssicherung Produktion
V	Modul: Prüfung der Produkte
VI	Modul: Konformität mit der Bauart
VII	Modul: Qualitätssicherung Produkt
VIII	Modul: Interne Fertigungskontrolle
IX	Modul: Einzelprüfung
X	CE-Kennzeichnung und Inhalt der EG-Konformitätserklärung
XI	Von den Mitgliedsstaaten zu berücksichtigende Mindestkriterien für die Benennung der Stellen

Diese Richtlinie dient zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen.

Sie ersetzt spätestens ab dem 1. Juli 2003 sämtliche auf europäischer Ebene bisher vorliegenden Richtlinien zum Explosionsschutz. Als Umsetzungstermin der neuen Richtlinie in nationales Recht wurde vom Europäischen Parlament der 1. März 1996 festgelegt.

Die vier Kapitel des verfügenden Teils sind in sechzehn Artikel unterteilt. In den Kapiteln wird auf die Anhänge I bis XI verwiesen, die sieben Module enthalten.

Anwendungsbereich

Die Richtlinie, auch ATEX-Richtlinie genannt, gilt für Geräte und Schutzsysteme, die bestimmungsgemäß in explosionsgefährdeten Bereichen Verwendung finden. Auch Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen fallen unter diese Richtlinie. Dies gilt dann, wenn diese Vorrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen im explosionsgefährdeten Bereich erforderlich sind oder dazu beitragen.
Die Richtlinie definiert einige Begriffe des Explosionsschutzes anders als das Internationale Elektrotechnische Wörterbuch.
Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen:

Als **Geräte** gelten Maschinen, Betriebsmittel, stationäre oder ortsbewegliche Vorrichtungen, Steuerungs- und Ausrüstungsteile sowie Warn- und Vorbeugungssysteme, die einzeln oder kombiniert zur Erzeugung, Übertragung, Speicherung, Messung, Regelung und Umwandlung von Energien und zur Verarbeitung von Werkstoffen bestimmt sind, die eigene Zündquellen aufweisen und dadurch eine Explosion verursachen können.

Als **Schutzsysteme** werden alle Vorrichtungen bezeichnet, die anlaufende Explosionen umgehend stoppen und/oder den von einer Explosion betroffenen Bereich begrenzen sollen und als autonome Systeme gesondert in den Verkehr gebracht werden. Als Schutzsysteme gelten nicht die Komponenten der oben definierten Geräte.

Als **Komponenten** werden solche Bauteile bezeichnet, die für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich sind, ohne jedoch selbst eine autonome Funktion zu erfüllen.

Eine **explosionsfähige Atmosphäre** ist ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Im **explosionsgefährdeten Bereich** kann die Atmosphäre aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse explosionsfähig werden.

Vom Anwendungsbereich dieser Richtlinie sind ausgenommen:
- medizinische Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in medizinischen Bereichen,
- Geräte und Schutzsysteme, bei denen die Explosionsgefahr ausschließlich durch die Anwesenheit von Sprengstoffen oder chemisch instabilen Substanzen hervorgerufen wird,
- Geräte, die zur Verwendung in häuslicher und nicht-kommerzieller Umgebung vorgesehen sind, in der eine explosionsfähige Atmosphäre nur selten und lediglich infolge eines unbeabsichtigten Brennstoffaustritts gebildet werden kann,
- persönliche Schutzausrüstungen,
- Seeschiffe und bewegliche Offshore-Anlagen sowie die Ausrüstungen an Bord dieser Schiffe oder Anlagen,

- Fahrzeuge und dazugehörige Anhänger, die ausschließlich für die Beförderung von Personen in der Luft, auf Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg bestimmt sind und Beförderungsmittel, soweit sie für den Transport von Gütern in der Luft, auf öffentlichen Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg konzipiert sind. Nicht ausgenommen sind Fahrzeuge, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen,
- eventuell militärische Produkte, wenn dies ein Mitgliedsstaat der Europäischen Union für nötig erachtet.

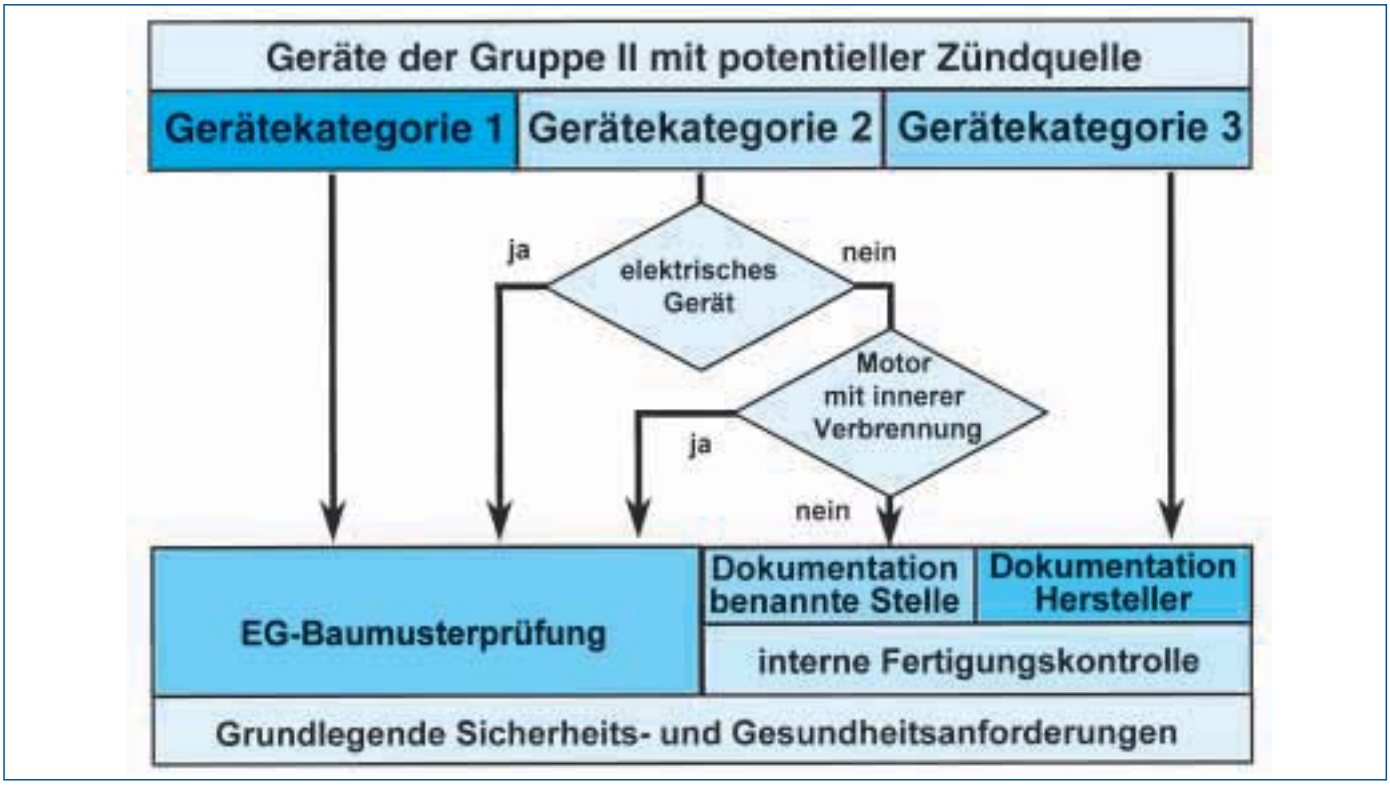
Grundlegende Sicherheitsanforderungen

Ein Produkt gilt dann als sicher, wenn bei bestimmungsgemäßem Gebrauch die in der Richtlinie enthaltenen grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Geräten und Schutzsystemen eingehalten werden.
Für zugehörige Einrichtungen gelten die grundlegenden Sicherheitsanforderungen nur insoweit, als sie für eine sichere und verlässliche Funktionsweise und Handhabung dieser Einrichtungen erforderlich sind, um den Explosionsschutz zu gewährleisten.

Um den Nachweis zu erleichtern, dass ein Gerät oder Schutzsystem diesen Anforderungen entspricht, sind auf europäischer Ebene einheitliche Normen zu schaffen. Dies gilt besonders für den nicht-elektrischen Bereich des Explosionsschutzes. In der Vergangenheit existierten europäisch nur Normen für elektrische Betriebsmittel. Diese Normen werden, soweit sie noch nicht vorliegen, Konzeption, Bau und Prüfungen der Geräte und Vorrichtungen beschreiben. Bei Einhaltung dieser harmonisierten europäischen Normen kann davon ausgegangen werden, dass ein Produkt den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Richtlinie 94/9/EG entspricht.
Diese Normen werden vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dem Europäischen Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet.
Dabei vertreten das Deutsche Institut für Normung (DIN) und die Deutsche Elektrotechnische Kommission (DKE) die deutschen Interessen.

Gerätegruppen und -kategorien

Geräte werden in Gruppen und Kategorien unterteilt:
Gerätegruppe I gilt für Geräte zur Verwendung in Untertagebetrieben von **Bergwerken** sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können.
Gerätegruppe II gilt für Geräte zur Verwendung in den **übrigen Bereichen**, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können.
Die Gerätegruppe I wird in die **Kategorien M 1** und **M 2** unterteilt:



Kategorie	Gerätegruppe I
M 1	Die Geräte müssen selbst bei seltenen Gerätestörungen in vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre weiterbetrieben werden und weisen Explosionsschutzmaßnahmen auf, so dass • beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit gewährleistet oder • beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern noch die erforderliche Sicherheit gewährleistet wird.
M 2	Beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre müssen die Geräte abgeschaltet werden können. Die apparativen Explosionsschutzmaßnahmen gewährleisten das erforderliche Maß an Sicherheit im normalen Betrieb, auch unter schweren Betriebsbedingungen und insbesondere bei rauher Behandlung und wechselnden Umgebungseinflüssen.

Die **Gerätegruppe II** wird in die **Kategorien 1, 2 und 3** unterteilt:

Kategorie	Gerätegruppe II
1	Die Geräte sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre **ständig oder langzeitig oder häufig** vorhanden ist. Die Geräte müssen selbst bei selten auftretenden Gerätestörungen das erforderliche Maß an Sicherheit gewährleisten und weisen Explosionsschutzmaßnahmen auf, so dass • beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit gewährleistet oder • beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern die erforderliche Sicherheit gewährleistet wird.
2	Die Geräte sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre **gelegentlich** auftritt. Die apparativen Explosionsschutzmaßnahmen gewährleisten selbst bei häufigen Gerätestörungen oder Fehlerzuständen, die üblicherweise zu erwarten sind, das erforderliche Maß an Sicherheit.
3	Die Geräte sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen **nicht** damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder aufgewirbeltem Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach **nur selten oder während eines kurzen Zeitraums**. Die Geräte gewährleisten bei normalem Betrieb das erforderliche Maß an Sicherheit.

Kennzeichnungsbeispiele:

II 1G	Gruppe II *Kategorie* 1	(*Zone 0*-Betriebsmittel)	(**G** = Gase, Dämpfe, Nebel)
II 2G	Gruppe II *Kategorie* 2	(*Zone 1*-Betriebsmittel)	(**G** = Gase, Dämpfe, Nebel)
II 3G	Gruppe II *Kategorie* 3	(*Zone 2*-Betriebsmittel)	(**G** = Gase, Dämpfe, Nebel)
II 1D	Gruppe II *Kategorie* 1	(*Zone 20*-Betriebsmittel)	(**D** = Staub)
II 2D	Gruppe II *Kategorie* 2	(*Zone 21*-Betriebsmittel)	(**D** = Staub)
II 3D	Gruppe II *Kategorie* 3	(*Zone 22*-Betriebsmittel)	(**D** = Staub)

Inverkehrbringen und Inbetriebnahme von Produkten

Das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Geräten, Schutzsystemen und Vorrichtungen, die den Bestimmungen dieser Richtlinie entsprechen, darf von den Mitgliedsstaaten nicht verboten, beschränkt oder behindert werden. Das Inverkehrbringen von Komponenten, denen eine Konformitätserklärung beigefügt ist, darf ebenfalls nicht verboten, beschränkt oder behindert werden, wenn diese in ein Gerät oder Schutzsystem im Sinne dieser Richtlinie eingebaut werden sollen.

Die EU-Mitgliedsstaaten gehen von der Übereinstimmung mit dieser Richtlinie einschließlich der Konformitätsbewertungsverfahren aus, wenn den Geräten, Schutzsystemen und Vorrichtungen die EG-Konformitätserklärung beigefügt ist und die Produkte mit dem CE-Kennzeichen versehen sind.
Produkte, die die Bestimmungen der Richtlinie noch nicht erfüllen, dürfen bei Ausstellungen, Messen und Vorführungen nur präsentiert werden, wenn ein sichtbares Schild deutlich darauf hinweist, dass ein Kauf des Produktes erst möglich ist, wenn die Übereinstimmung mit der Richtlinie sichergestellt ist.

Vorgehensweise bei unsicheren Produkten

Stellt ein Mitgliedsstaat fest, dass Geräte, Schutzsysteme oder Vorrichtungen mit CE-Kennzeichen unsicher sind, kann er diese aus dem Verkehr ziehen, das Inverkehrbringen oder die Inbetriebnahme verbieten oder den freien Verkehr hierfür einschränken.
Ein Gerät, Schutzsystem oder eine Vorrichtung gelten dann als unsicher, wenn es bei bestimmungsgemäßer Verwendung die Sicherheit von Personen, Haustieren oder Gütern zu gefährden droht.

Der Mitgliedsstaat hat die Kommission der Europäischen Union von solchen Maßnahmen zu unterrichten und die Entscheidung zu begründen. Die Kommission nimmt mit den Betroffenen sofort Kontakt auf und informiert alle Mitgliedsstaaten, falls die Maßnahmen gerechtfertigt sind.
Liegt der Mangel in einer Norm begründet, so befasst sich ein Ausschuss damit. Auf die Einheitlichkeit der praktischen Durchführung wird großen Wert gelegt. Der Ständige Ausschuss wird Fragen zur Anwendung dieser Richtlinie prüfen.

Kennzeichnung

Auf jedem Gerät und Schutzsystem müssen deutlich und unauslöschbar die folgenden Mindestangaben angebracht werden:

- Name und Anschrift des Herstellers
- CE-Kennzeichnung
- Bezeichnung der Serie und des Typs
- falls nötig die Seriennummer
- das Baujahr
- das Gemeinschaftskennzeichen von explosionsgeschützten Geräten gemäß der Richtlinie 76/117/EWG in Verbindung mit dem Kennzeichen, das auf die Kategorie verweist
- für die Gerätegruppe II der Buchstabe „G“ für Bereiche, in denen explosionsfähige Gas-, Dampf-, Nebel-, Luft-Gemische vorhanden sind
  und/oder der Buchstabe „D“ für Bereiche, in denen Staub explosionsfähige Atmosphären bilden kann.

Zusätzlich und wenn erforderlich müssen auch alle für die Sicherheit bei der Verwendung unabdingbaren Hinweise angebracht werden.

Übergangsregelungen

Zwischen dem Beginn der Anwendung der Richtlinie ab dem 1.3.1996 und der vollständigen Harmonisierung ab dem 1.7.2003 besteht eine Übergangsfrist, in der die alten Regelungen und die neue Richtlinie parallel angewandt werden können. Diese lange Übergangsfrist erleichtert den Herstellern die Einführung des neuen nach Richtlinie erforderlichen Qualitätssicherungssystemes. Für die Nutzer der Betriebsmittel muss durch die Kennzeichnung der Betriebsmittel klar erkennbar sein ob die „alte“ oder die „neue“ Richtlinie angewandt wurde.

CE-Kennzeichnung

Der Hersteller muss auf Erzeugnissen, die in den Geltungsbereich ***bestimmter*** Richtlinien fallen, die CE-Kennzeichnung anbringen. Betroffen sind Erzeugnisse, die von Richtlinien nach der ***neuen Konzeption*** erfasst werden, die Anforderungen an die technische Beschaffenheit von Produkten enthalten.
Diese EG-Richtlinien sind verbindliche Rechtsvorschriften der „Europäischen Union". Das heißt, dass die Erfüllung dieser Anforderungen Bedingung für die Vermarktung der Produkte in Europa ist. Mit der Anbringung der CE-Kennzeichnung wird die Übereinstimmung der Erzeugnisse mit den entsprechenden ***grundlegenden Anforderungen aller für das Produkt zutreffenden Richtlinien*** bestätigt. Die Kennzeichnung ist somit zwingende Voraussetzung für das Inverkehrbringen der Erzeugnisse in der gesamten Gemeinschaft, also auch im Herstellerland.

Die CE-Kennzeichnung richtet sich als Nachweis für die Richtlinienkonformität nur an die Überwachungsbehörden. Sie wird jedoch häufig als Qualitätszeichen missdeutet und deshalb auch ohne rechtliche Grundlage von Anwendern gefordert.

Für elektrische Betriebsmittel sind die folgenden Richtlinien von besonderer Bedeutung:

- **Richtlinie 73/23/EWG**
  Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen
- **Richtlinie 89/336/EWG**
  Elektromagnetische Verträglichkeit
- **Richtlinie 89/392/EWG**
  Sicherheit von Maschinen
- **Richtlinie 91/263/EWG**
  Telekommunikations-Sendeeinrichtungen
- **Richtlinie 94/9/EG**
  Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

Bei der Beurteilung der Anwendungspflicht der Richtlinien auf explosionsgeschützte Betriebsmittel muss unterschieden werden ob diese Richtlinie **generell oder nur für bestimmte Erzeugnisse** anzuwenden ist.

- **Richtlinie 73/23/EWG**
  Diese Richtlinie ist auf „Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosibler Atmosphäre" nicht anzuwenden.
  (Ausschluss im Anhang II der Richtlinie)
- **Richtlinie 89/336/EWG**
  Diese Richtlinie ist auf alle Produkte, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, anzuwenden.
- **Richtlinie 89/392/EWG**
  Aus Artikel 1 Abs. 4 und Abs. 5 der Richtlinie ist eindeutig zu entnehmen, dass diese Richtlinie nicht auf explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel anzuwenden ist.
- **Richtlinie 91/263/EWG**
  Diese Richtlinie ist auf „Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosibler Atmosphäre" nur in sehr eingeschränktem Maße anzuwenden.
  (Produkte zum Anschluss an das öffentliche Telekommunikationsnetz.)
- **Richtlinie 94/9/EG**
  Diese Richtlinie ist auf alle Produkte (auch nicht-elektrische) zur Verwendung in explosionsgefährdeter Atmosphäre anzuwenden.

Neben der CE-Kennzeichnung der Produkte muss der Hersteller eine Konformitätserklärung für das Produkt erstellen. Aus dieser Konformitätserklärung muss eindeutig hervorgehen

welche Richtlinie angewendet wurde und nach welchen Normen geprüft wurde.

Da die verschiedenen Richtlinien zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Kraft traten und Übergangsperioden definiert sind, ist z.Zt. nur aus der Konformitätserklärung eindeutig erkennbar, welche Richtlinie zur CE-Kennzeichnung herangezogen wurde (z.B. Richtlinie 94/9 EG anwendbar ab: 1.3.1996; Anwendungspflicht ab: 1.7.2003).

Dies alles gilt, wie im ersten Absatz ausgeführt, für Richtlinien nach der neuen Konzeption. Für explosionsgeschützte Betriebsmittel waren jedoch im Gegensatz zu vielen anderen Produkten Richtlinien schon sehr früh vorhanden. Damit war für elektrische explosionsgeschützte Betriebsmittel der Binnenmarkt schon bereits realisiert worden.

Richtlinien 76/117/EWG; 79/196/EWG; 82/130/EWG

Diese Richtlinien legten für das Inverkehrbringen von elektrischen explosionsgeschützter Betriebsmittel in der gesamten Gemeinschaft Ⓔx als Unterscheidungszeichen fest.

Dies führt nun für explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel bis zum Jahre 2003 (generelle Anwendungspflicht für die Richtlinie 94/9/EG) zu folgenden Besonderheiten.

Betriebsmittel, hergestellt und zugelassen nach der alten Ex-Richtlinie und gleichzeitige Anwendungspflicht der EMV-Richtlinie:

Ⓔx-Kennzeichnung und Konformitätsbescheinigung einer Prüfstelle für das Produkt und gleichzeitig CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie und Konformitätserklärung des Herstellers.

Betriebsmittel nach der neuen Ex-Richtlinie und gleichzeitige Anwendung der EMV-Richtlinie:

CE-Kennzeichnung und umfassende Konformitätserklärung des Herstellers.

CEAG eLLK 92036/36
CEAG Sicherheitstechnik GmbH, Senator-Schwartz-Ring 26, 59494 Soest

S. Nr.: D 123456 2000 Ⓔx II 2 G CE 0102	
PTB 96 ATEX 2144	110-254 V 50-60 Hz
EEx ed IIC T4	110-230 V DC
Lampe: G13-81-IEC-1305-2	Ta ≤ 50 °C

Typenschild nach neuer ATEX-Richtlinie 94/9/EG

CEAG eLLK 92036/36
CEAG Sicherheitstechnik GmbH

PTB Nr. Ex-92.C.1801 X Ⓔx CE	
EEx ed IIC T4	110-254 V 50-60 Hz
Lampe: G13-IEC-1305-2	110-230 V DC
Ser. Nr.: D189115	Tu ≤ 50 °C

Typenschild nach bisheriger Richtlinie

CE

Konformitätsbewertungsverfahren für Betriebsmitteln nach Richtlinie 94/9/EG

Je nach anzuwendendem Konformitätsbewertungsverfahren kann eine benannte Stelle in der Konstruktionsphase, in der Produktionsphase oder in beiden Phasen tätig werden. Das anzuwendende Bewertungsverfahren ist in der Richtlinie 94/9/EG in Abhängigkeit des Produktes der Gerätegruppe und der Gerätekategorie angegeben.

Gerätegruppen I und II Gerätekategorie M1 und 1

Der Hersteller muss damit er das CE-Zeichen auf dem Produkt anbringen darf, folgende Verfahren veranlassen:

- EG-Baumusterprüfung durch eine benannte Stelle sowie
- entweder eine Überprüfung der Qualitätssicherung für die Produktion oder
- eine Überprüfung der Produkte.

Gerätegruppen I und II Gerätekategorie M2 und 2

Der Hersteller muss, damit er bei Motoren mit innerer Verbrennung und bei elektrischen Betriebsmitteln das CE-Zeichen auf dem Produkt anbringen darf, folgende Verfahren veranlassen und/oder folgende Maßnahmen sicherstellen:

- EG-Baumusterprüfung durch eine benannte Stelle veranlassen sowie
- entweder die Konformität mit der Bauart sicherstellen oder
- durch das Verfahren der Qualitätssicherung der Produkte das erforderliche Qualitätsniveau nachweisen.

Bei den übrigen Betriebsmitteln dieser Gruppen und Kategorien ist das Verfahren der internen Fertigungskontrolle anzuwenden.

Gerätegruppe II Gerätekategorie 3

Der Hersteller muss, damit er das CE-Zeichen auf dem Produkt anbringen darf, das Verfahren der internen Fertigungskontrolle anwenden.

Für das Inverkehrbringen innerhalb der EU muss dem Produkt oder dem Los identischer Produkte die EG-Konformitätserklärung beiliegen. Dies gilt nicht für die im Zuge der Überprüfung des Qualitätssicherungssystemes des Hersteller durch die benannte Stelle ausgestellte Mitteilung über die Qualitätssicherung sowie die EG-Baumusterprüfbescheinigung.

Konformitäts-Bewertungsverfahren

Gerätegruppe	**I und II**	**I und II**	**I und II**	**II**
Gerätekategorie	**M 1 und 1**	**M 2 und 2**	**M 2 und 2**	**3**
Anwendungs-bereich	• alle Geräte • ggf. Sicherheits-, Kontroll- und Regel-vorrichtungen • Komponenten (*) • autonome Schutzsysteme	• elektrische Geräte • ggf. Sicherheits-, Kontroll- und Regel-vorrichtungen • Komponenten (*) • Verbrennungsmotoren	• übrige Geräte • Komponenten (*)	• alle Geräte • Sicherheits-, Kontroll- und Regel-vorrichtungen • Komponenten (*)
Kombination der Verfahren nach den Anhängen III bis IX	EG-Baumusterprüfung nach Anhang III zusätzlich Qualitäts-sicherungs-Produktion nach Anhang IV oder Prüfung der Produkte nach Anhang V	EG-Baumusterprüfung nach Anhang III zusätzlich Qualitäts-sicherung Produkt nach Anhang VII oder Konformität mit Bauart VI	interne Fertigungskontrolle nach Anhang VIII zusätzlich technische Unterlagen an benannte Stelle übermitteln	interne Fertigungskon-trolle nach Anhang VIII
Alternative: EG Einzelprüfung nach Anhang IX				

(*): Komponenten ohne Anbringung der CE-Kennzeichnung

Das Gerätesicherheits-gesetz (GSG)

Seit dem 1. Januar 1993 fallen elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche unter das Gerätesicherheitsgesetz. Bisher waren die Anforderungen an die Beschaffenheit der Betriebsmittel auf die Gewerbeordnung GewO, die Reichsversicherungsordnung RVO und das Gerätesicherheitsgesetz verteilt. Diese Aufsplitterung wurde beseitigt.

Jetzt sind alle Maßnahmen für das Inverkehrbringen technischer Geräte im Gerätesicherheitsgesetz vereinigt. Diese Maßnahmen dienen dem Schutz der Arbeitnehmer und Verbraucher nach dem einheitlichen Recht in der Europäischen Union.
Wer jetzt aber im Gerätesicherheitsgesetz nach explosionsgefährdeten Bereichen sucht, wird diese dort nicht finden. Vielmehr ist dort von „überwachungsbedürftigen Anlagen“ die Rede. Dazu zählen auch „elektrische Anlagen in besonders gefährdeten Räumen“.

Mit Hilfe des Gerätesicherheitsgesetzes ist es jetzt möglich, die sicherheitstechnischen Anforderungen an überwachungsbedürftige Anlagen und Teilen von diesen gegenüber den Herstellern und Importeuren durchzusetzen. Außerdem können jetzt EG-Richtlinien für das Inverkehrbringen leichter umgesetzt werden.

Verordnung über das Inverkehrbringen von Geräten und Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche – Explosionsschutzverordnung (ExVO)

§1 Anwendungsbereich
§2 Begriffsbestimmungen
§3 Sicherheitsanforderungen
§4 Vorausetzung für das Inverkehrbringen
§5 CE-Konformitätskennzeichnung
§6 Ordnungswidrigkeit
§7 Übergangsbestimmungen

Die Explosionsschutzverordnung setzt direkt die europäische Richtlinie 94/9/EG in nationales Recht um. Sie gilt für alle Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für die Verwendung in und für explosionsgefährdete Bereiche. Der Geltungsbereich für diese Geräte (auch nichtelektrische) erstreckt sich auf die Geräte, die eine eigene potentielle Zündquelle aufweisen und zu einer Explosion führen können. Diese Geräte, Schutzsysteme und Vorrichtungen dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie den Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG entsprechen. Der Gesetzgeber hat eine Übergangszeit bis zum 30. Juni 2003 eingeräumt. Bis dahin dürfen Geräte nach dem Recht vom 23.03.1994 in Verkehr gebracht werden.

Neufassung der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV)

§ 1 Anwendungsbereich
§ 2 Begriffsbestimmungen
§ 3 Allgemeine Anforderungen, Ermächtigungen zum Erlass technischer Vorschriften
§ 4 Weitergehende Anforderungen
§ 5 Ausnahmen
§ 6 Anlagen des Bundes
§ 7 Maßnahmen zur Verhinderung explosionsfähiger Atmosphäre
§ 8 (weggefallen)
§ 9 Instandsetzung von Betriebsmitteln
§ 10 (weggefallen)
§ 11 Nichtanwendung des § 9
§ 12 Prüfungen
§ 13 Betrieb
§ 14 Prüfbescheinigungen
§ 15 Sachverständige
§ 16 Aufsicht über Anlagen des Bundes
§ 17 Schadensfälle
§ 18 Deutscher Ausschuss für explosionsgeschützte elektrische Anlagen
§ 19 Übergangsvorschriften
§ 19 a (weggefallen)
§ 20 Ordnungswidrigkeiten
§ 21 (weggefallen)
§ 22 (weggefallen)
Anhang (zu § 3 Abs. 1)

Die Zweite Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz und zur Änderung von Verordnungen zum Gerätesicherheitsgesetz vom 12. Dezember 1996 setzte durch die ExVO die Beschaffenheitsanforderungen der Richtlinie 94/9/EG in nationales Recht um und veränderte die Verordnungen, die bisher den elektrischen Explosionsschutz regelten. Bedingt durch die eingeräumte Übergangszeit bis zum 30. Juni 2003 müssen Errichter und Betreiber nun je nach Anforderung zwei unterschiedliche Verordnungstexte berücksichtigen.
Die ElexV regelt die Errichtung und den Betrieb elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen.
Die Beschaffenheitsanforderungen der alten ElexV (§ 8 – weggefallen) sind auf die ExVO verlagert worden. Somit enthält die ElexV nur noch Betriebsvorschriften. Nach dem neuem § 3 müssen elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen nach dem Stand der Technik montiert, installiert und betrieben werden. Sie dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie der Explosionsschutzverordnung, also der Richtlinie 94/9/EG genügen. Alle weiteren Paragraphen werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.
In einer Verwaltungsvorschrift bezeichnet der Gesetzgeber (BMA) Normen zur ElexV.

Bezeichnung von Normen i. S. des § 2 der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur ElexV
5. Bek. des BMA vom 25. September 1996–IIIb 5–35471–

Nach § 2 der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElexV) vom 27. Februar 1980 (Bundesanzeiger Nr. 43 vom 1. März 1980) werden folgende Normen (VDE-Bestimmungen) bezeichnet:

1. Normen (VDE-Bestimmungen), die ausschließlich von Gremien der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) erarbeitet und verabschiedet worden sind.

DIN VDE 0105 Teil 4	September 1988
DIN VDE 0105 Teil 9	Mai 1986
DIN VDE 0107	Oktober 1994
DIN VDE 0165	Februar 1991
DIN VDE 0170/0171 Teil 1 A 102	Mai 1988
DIN VDE 0170/0171 Teil 13	November 1986
DIN VDE 0848 Teil 3	März 1985
DIN VDE 0147 Teil 1 (DIN 57147 Teil 1)	September 1983
DIN VDE 0147 Teil 2	August 1985

2. Normen (VDE-Bestimmungen), die durch die DKE als nationale Norm von der Europäischen Normungsorganisation CENELEC übernommen wurden, ausgenommen Normen nach Nummer 3.

DIN VDE 0170/0171 Teil 1 (EN 50014)	März 1994
DIN VDE 0170/0171 Teil 2 (EN 50015)	Januar 1995
DIN VDE 0170/0171 Teil 3 (EN 50016)	Mai 1996
DIN VDE 0170/0171 Teil 4 (EN 50017)	Februar 1995
DIN VDE 0170/0171 Teil 5 (EN 50018)	März 1995
DIN VDE 0170/0171 Teil 6 (EN 50019)	März 1996
DIN VDE 0170/0171 Teil 7 (EN 50020)	April 1996
DIN VDE 0745 Teil 101 (EN 50053 Teil 1)	Dezember 1987[1]
DIN VDE 0745 Teil 102 (EN 50053 Teil 2)	September 1990[1]
DIN VDE 0745 Teil 103 (EN 50053 Teil 3)	September 1990[1]
DIN VDE 0750 Teil 1 (EN 60601 Teil 1)	Dezember 1991[1]

3. Normen (VDE-Bestimmungen), auf die eine Richtlinie des Rates der EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in explosibler Atmosphäre als europäische Normen (EN) Bezug nimmt.

DIN VDE 0170/0171 Teil 1 (1978) (EN 50014) einschl. Änderung 1, Änd. 2, 3 u. Änd. 4 (Mai 1984) u. Änd. 5	Januar 1987
DIN VDE 0170/0171 Teil 2 (1978) (EN 50015) einschl. Änderung 1	September 1980
DIN VDE 0170/0171 Teil 3 (1978) (EN 50016) einschl. Änderung 1	September 1980
DIN VDE 0170/0171 Teil 4 (1978) (EN 50017) einschl. Änderung 1	September 1980
DIN VDE 0170/0171 Teil 5 (1978) (EN 50018) einschl. Änderung 1, Änderung 2 (Mai 1984) und Änderung 3	Januar 1987
DIN VDE 0170/0171 Teil 6 (1978) (EN 50019) einschl. Änderung 1, Änderung 2 (Juli 1984) und Änderung 3	Januar 1987[2]
sowie Änderung 4	Juli 1990
Änderung 5	Mai 1992
DIN VDE 0170/0171 Teil 7 (1978) (EN 50020) einschl. Änderung 1 (September 1980) u. Änderung 2 sowie	Januar 1987[2]
Änderung 3	März 1992
Änderung 4	April 1992
Änderung 5	April 1992
DIN VDE 0170/0171 Teil 9 (EN 50028)	Juli 1988
DIN VDE 0170/0171 Teil 10 (EN 50039)	April 1982
DIN VDE 0745 Teil 100 (EN 50050)	Januar 1987
DIN VDE 0745 Teil 101 (EN 50053 Teil 1)	Dezember 1987[3]
DIN VDE 0745 Teil 102 (EN 50053 Teil 2)	September 1990[3]
DIN VDE 0745 Teil 103 (EN 50053 Teil 3)	September 1990[3]

Diese Bekanntmachung ersetzt die Bekanntmachung des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung vom 10. November 1994 Az. IIIb 6-35471 (Bundesarbeitsblatt 1/1995 S.42).

[1] Nur die die Verwendung betreffenden Absätze fallen unter diese Nummer.
[2] Nach dieser Normenausgabe dürfen die in § 8 Abs. 1 Nr. 1 ElexV „alt'" genannten Stellen elektrische Betriebsmittel nur bis zum 29. Februar 1996 bescheinigen.
[3] Nur die die Beschaffenheit betreffenden Absätze fallen unter diese Nummer.

(Auszug aus dem Bundesarbeitsblatt 4/1998, S. 77)

Diese bezeichneten Normen müssen nun für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Betriebsmittel in explosionsgeschützten Anlagen berücksichtigt werden. Zusätzlich muss aber auch der Stand der Technik berücksichtigt werden, der sich in den harmonisierten Normen widerspiegelt.

Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999
Aufbau der Richtlinie 1999/92/EG

Verfügender Teil

Abschnitt	Artikel	Überschrift
I	1-2	Allgemeine Bestimmungen
II	3-9	Pflichten des Arbeitgebers
	3	Verhinderung von und Schutz gegen Explosionen
	4	Beurteilung der Explosionsrisiken
	5	Allgemeine Verpflichtungen
	6	Koordinierungspflicht
	7	Bereiche mit explosionsfähigen Atmosphären
	8	Explosionsschutzdokument
	9	Besondere Vorschriften für Arbeitsmittel und Arbeitsstätten
III	10-15	Sonstige Bestimmungen

Anhänge

I Einteilung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären vorhanden sein können
1. Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphären vorhanden sein können
2. Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen

II A Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können
1. Organisatorische Maßnahmen
2. Explosionsschutzmaßnahmen

B Kriterien für die Auswahl von Geräten und Schutzsystemen

III Warnzeichen zur Kennzeichnung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können

Diese europäische Richtlinie hat das Ziel, die Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, festzulegen. Die nationalen Gesetzgeber müssen diese Vorgaben umsetzen, können jedoch national noch zusätzliche Maßnahmen festlegen.

Anwendungsbereich:
Der Anwendungsbereich erstreckt sich auf die Bereiche, in denen Arbeitnehmer durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können. Unter einer explosionsfähigen Atmosphäre wird hier ein Gemisch aus Luft mit brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben verstanden.

Minimierung und Beurteilung der Explosionsrisiken
Der Arbeitgeber hat die Pflicht, Maßnahmen nach folgender Rangordnung durchzuführen:
1. Explosionsfähige Atmosphäre verhindern, wenn möglich durch Stoffsubstitution.
2. Zündungen der explosionsfähigen Atmosphäre verhindern.
3. Schädliche Auswirkungen zu minimieren.

Dieses Konzept ist in Deutschland bereits durch die Explosionsschutzrichtlinien der Berufsgenossenschaften bekannt und in der Praxis seit vielen Jahren umgesetzt. Neu in dieser Richtlinie ist die Systematik mit der die Maßnahmen festgelegt und dokumentiert werden.
Nach Bewertung aller verbleibenden Explosionsrisiken, wobei auch die Wechselwirkungen der Anlagen, verwendeten Stoffen, Verfahren und ihre möglichen Wechselwirkungen betrachtet wurden, müssen Maßnahmen zur Arbeitssicherheit festgelegt werden, damit die Gesundheit und die Arbeitssicherheit jederzeit gewährleistet ist. Dabei werden besondere Anforderungen an die Koordinierungspflicht des Arbeitgebers an der Arbeitsstätte gefordert.

Zoneneinteilung

Für die Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können, muss eine Zoneneinteilung nach Anhang I der Richtlinie erfolgen. Hier werden getrennt für Gase und Stäube, abhängig von der Auftrittswahrscheinlichkeit, jeweils drei Zonen festgelegt.

Brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel:

Zone 0
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über l**ange Zeiträume oder häufig** vorhanden ist.

Zone 1
Bereich, in dem sich **bei Normalbetrieb gelegentlich** eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2
Bereich, in dem **bei Normalbetrieb** eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln **normalerweise nicht** oder aber **nur kurzzeitig** auftritt.

Brennbare Stäube:

Zone 20
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub ständig, über **lange Zeiträume oder häufig** vorhanden ist.

Zone 21
Bereich, in dem sich **bei Normalbetrieb gelegentlich** eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub bilden kann.

Zone 22
Bereich, in dem **bei Normalbetrieb** eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbaren Staub **normalerweise nicht** oder aber **nur kurzzeitig** auftritt.

Bei den brennbaren Stäuben müssen zusätzlich die Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen als Ursache für mögliche explosionsfähige Atmosphären berücksichtigt werden. Als Normalbetrieb gilt der Zustand, in dem Anlagen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden.

Explosionsschutzdokument

Nachdem der Arbeitgeber die Zoneneinteilung durchgeführt hat und diese Bereiche gemäß Anhang III der Richtlinie gekennzeichnet hat, muss er das Explosionsschutzdokument erstellen. Hier werden zunächst alle ermittelten Explosionsrisiken und getroffenen Maßnahmen (primärer Explosionsschutz) und die Zoneneinteilung dokumentiert. Es folgt die Dokumentation der Maßnahmen nach Anhang IIA zur Einhaltung der Mindestvorschriften. Hierbei werden auch die im nicht-explosionsgefährdeten Bereich gelegenen Anlagenbereiche mit eingeschlossen, die für die Sicherheit des explosionsgefährdeten Bereiches erforderlich sind.

Anhang II A
Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.

1. Organisatorische Maßnahmen
   - Angemessene Unterweisung der Arbeitnehmer
   - Schriftliche Anweisungen und Arbeitsfreigaben
- ggf. schriftliche Anweisungen zur Arbeitsausführung
- Arbeitsfreigabesystem für gefährliche Arbeiten
- Arbeitsfreigabe durch verantwortliche Person

2. Explosionsschutzmaßnahmen
   - Entwichene Ex-Atmosphäre unschädlich machen
   - Auslegung auf größtes Risikopotential
   - Vermeidung aller Zündgefahren (z.B. statische Aufladung Personen)
   - Inbetriebnahme, wenn im Ex-Dokument freigegeben
   - Installation und Betrieb nach geringstem Ex-Risiko
   - Ggf. Warnung vor Ex-Atmosphäre (optisch/akustisch)
   - Bereitstellung von Fluchtmitteln
   - Erstprüfung durch befähigte Person
   - Maßnahmen aus Risikobewertung
- Gefahren durch Energieausfall
- Handbetrieb bei Geräten und Schutzsystemen
- Sicherer Abbau von gespeicherter Energie

Anhang II B
Kriterien für die Auswahl von Geräten und Schutzsystemen

Sofern im Explosionsschutzdokument unter Berücksichtigung der Risikoabschätzung nicht anders festgelegt wurde, werden Geräte und Schutzsysteme gemäß Richtlinie 94/9/EG ausgewählt.

Zone	Kategorie
0 oder 20	1
1 oder 21	1 oder 2
2 oder 22	1, 2 oder 3

Anhang III
Warnzeichen zur Kennzeichnung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können.

Neben diesen Maßnahmen muss dokumentiert werden, wie die Arbeitsstätte und die Arbeitsmittel einschließlich der Warneinrichtungen sicher gestaltet, gewartet und betrieben werden. Zusätzlich sind die Vorkehrungen zur sicheren Benutzung der Arbeitsmittel gemäß Richtlinie 89/655/EWG zu dokumentieren.
Dieses Dokument muss vor Aufnahme der Arbeit erstellt und so überarbeitet werden, dass wesentliche Änderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsstätte, der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes berücksichtigt werden.

Besondere Vorschriften für Arbeitsmittel und Arbeitsstätten
- bis 30.06.03 Arbeitsmittel nach (AII A)
- ab 01.07.03 neue Arbeitsmittel (AII A+B)
- ab 01.07.03 neue Arbeitsstätten nach (AII)
- bis 30.06.06 alte Arbeitsstätten umstellen
- ab 01.07.03 Arbeitsstätten bei Änderungen umstellen

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche

Grundlagen

Einteilung in Explosionsgruppen

Es wäre unwirtschaftlich, alle explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel so zu bauen, dass sie den strengsten Anforderungen in Bezug auf Zündtemperatur, Zünddurchschlagsvermögen und Zündfähigkeit der Gase genügen. Deshalb werden die elektrischen Betriebsmittel in Explosionsgruppen und Temperaturklassen eingeteilt.

Gruppe I: umfasst die elektrischen Betriebsmittel für schlagwettergefährdete Grubenbaue wie Kohlengruben

Gruppe II: umfasst die elektrischen Betriebsmittel für alle übrigen explosionsgefährdeten Bereiche

Einteilung der Explosionsgruppen nach Zünddurchschlagsvermögen und Mindestzündstrom

Für einige Zündschutzarten ist bei den elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe II eine Unterteilung in A, B, und C vorgeschrieben. Sie beruht bei der druckfesten Kapselung auf der experimentell ermittelten Grenzspaltweite (MESG) und bei den eigensicheren elektrischen Betriebsmitteln auf dem Mindestzündstrom (MIC).

Experimentell ermittelte Grenzspaltweite (MESG)

Bei elektrischen Betriebsmitteln, in denen bei bestimmungsgemäßem Betrieb Funken oder Lichtbogen auftreten, kann eingedrungene explosionsfähige Atmosphäre gezündet werden. Die Übertragung einer bereits eingeleiteten Zündung aus dem Innern des Gehäuses auf die umgebende Atmosphäre wird jedoch verhindert, wenn die Flamme gezwungen ist, enge Spalten zu passieren. Beim Durchgang durch den Spalt wird der Flamme Wärme entzogen und ihre Temperatur soweit herabgesetzt, dass keine Verbrennung mehr stattfindet und die Flamme verlöscht. Für elektrische Betriebsmittel in der Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“ erfolgt die Unterteilung der Gase und Dämpfe aufgrund der Grenzspaltweite (MESG) in Prüfgefäßen mit Spaltlängen von 25 mm. Als Normverfahren zur Bestimmung der MESG muss das in der IEC Publikation IEC 60079-1A beschriebene Prüfgefäß verwendet werden.

Mindestzündstrom (MIC)

Für eigensichere elektrische Betriebsmittel werden die Gase und Dämpfe nach ihrem Mindestzündstromverhältnis unterteilt. Um eine explosionsfähige Atmosphäre zu zünden, muss der Zündfunke einen Mindestenergieinhalt besitzen. Der erforderliche Mindestenergieinhalt ist eine spezifische Eigenschaft der zündfähigen Gase und Dämpfe. Ein Maß dafür ist das Verhältnis ihres Mindestzündstroms (MIC) zum Mindestzündstrom von Laboratoriumsmethan. Die Bestimmung des MIC erfolgt nach einem genormten Verfahren und muss mit einem nach EN 50 020 Anhang B festgelegten Gerät durchgeführt werden.

Grenzspaltweite und Mindestzündstromverhältnis stehen in einem gewissen Zusammenhang. Um Gase und Dämpfe in geeigneter Weise für die Forderungen des Explosionschutzes einteilen zu können genügt es deshalb, für die Mehrzahl der industriell verwendeten Gas- und Dampf-/Luftgemische nur eine der beiden Eigenschaften zu bestimmen. Anhang A zu VDE 0170/0171/Teil 1/3.94 – DIN EN 50 014 enthält die Unterteilung einer Auswahl industriell wichtiger Gase und Dämpfe nach ihrer Grenzspaltweite und ihrem Mindestzündstrom.

Explosionsgruppen	Grenzspaltweite in mm	Mindestzündstromverhältnis
II A	> 0,9	> 0,8
II B	0,5 bis 0,9	0,45 bis 0,8
II C	< 0,5	< 0,45

Einteilung der maximalen Oberflächentemperaturen in Klassen bei elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe II		
Temperaturklasse	Höchstzulässige Oberflächentemperatur der Betriebsmittel in °C	Zündtemperaturen der brennbaren Stoffe in °C
T 1	450	> 450
T 2	300	> 300 ≤ 450
T 3	200	> 200 ≤ 300
T 4	135	> 135 ≤ 200
T 5	100	> 100 ≤ 135
T 6	85	> 85 ≤ 100

Einordnung von Gasen und Dämpfen in Explosionsgruppen und Temperaturklassen						
	T 1	**T 2**	**T 3**	**T 4**	**T 5**	**T 6**
I	Methan					
II A	Aceton Aethan Ethylacetat Ammoniak Benzol (rein) Essigsäure Kohlenoxyd Methanol Propan Toluol	Ethylalkohol i-Amylacetat n-Butan n-Butylalkohol	Benzine Diesel-kraftstoff Flugzeug-kraftstoff Heizöle n-Hexan	Acetaldehyd Ethylether		
II B	Stadtgas (Leuchtgas)	Ethylen				
II C	Wasserstoff	Acetylen				Schwefel-kohlenstoff

Zündtemperatur und Temperaturklassen

Die höchste Oberflächentemperatur des elektrischen Betriebsmittels darf die Zündtemperatur der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht erreichen. Als Zündtemperatur eines brennbaren Stoffes gilt die mit einem Prüfgerät ermittelte niedrigste Temperatur einer erhitzten Wand, an der sich der brennbare Stoff im Gemisch mit Luft gerade noch entzündet. Die Zündtemperatur von Flüssigkeiten und Gasen wird nach dem in DIN 51794 festgelegten Verfahren ermittelt. Die Bestimmung der Zündtemperatur brennbarer Stäube ist in der IEC Publikation IEC 61241-2-1 festgelegt.
Die Zündtemperaturen der verschiedenen Gemische unterscheiden sich sehr stark. Während ein Gemisch aus Luft und Stadtgas erst bei 560° C gezündet wird, kommt ein Benzin-Luft-Gemisch bereits bei etwa 250° C zur Entzündung.
Diese Einordnung ermöglicht es, die Ausführung der elektrischen Betriebsmittel wirtschaftlich zu staffeln. Die Anforderungen an die Konstruktion steigen mit der aufsteigenden Reihe der Buchstaben der Explosionsgruppen. Die Anforderungen an die zulässige Temperatur der Oberflächen (Verringerung der Oberflächentemperatur), die mit der explosionsfähigen Atmosphäre in Berührung kommen, steigen mit der Größe der Ziffern der Temperaturklassen. Somit ist es dem Hersteller überlassen, für welche Bestimmungen er die explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittel bauen will und kennzeichnen kann. Dabei versteht es sich, dass ein Betriebsmittel, das den Bestimmungen der Temperaturklasse T 3 entspricht, auch für explosionsfähige Atmosphären der Temperaturklassen T 1 und T 2 geeignet ist.

Zündschutzarten explosionsgeschützter Betriebsmittel

Allgemeine Bestimmungen nach EN 50 014

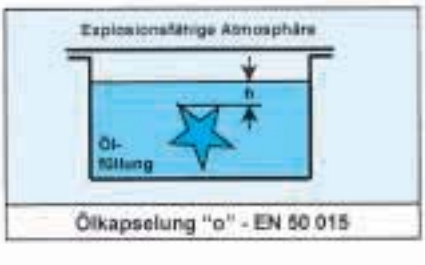
Nach DIN EN 50 014 (VDE-Bestimmungen 0170/0171/Teil 1) ist die Ausführung explosionsgeschützter Betriebsmittel in verschiedenen Zündschutzarten möglich. Hierfür sind sieben Zündschutzarten von Bedeutung, die auf unterschiedlichen Prinzipien beruhen.

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche müssen den allgemeinen Bestimmungen der EN 50 014 und den besonderen Bestimmungen für die Zündschutzart entsprechen, in der sie ausgeführt sind. Besonders rauhe Einsatzbedingungen, Einwirkung von Feuchtigkeit, hohe Umgebungstemperatur und andere besondere Beanspruchungen erfordern unter Umständen zusätzliche Maßnahmen.
Bei Verwendung von Kunststoffen und Leichtmetall für die Gehäuse sind besondere in der Norm angeführte Anforderungen einzuhalten.
Besondere Bestimmungen gelten für
- Verschlüsse und Verriegelungen,
- Durchführungen und Anschlussteile,
- Einführungen von Kabeln, Leitungen und Rohrleitungen.

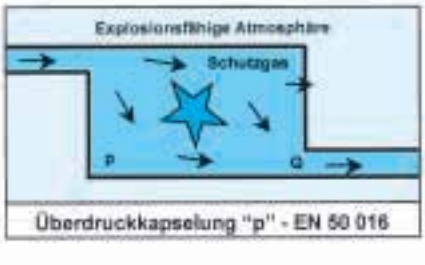
Elektrische Betriebsmittel nach Europäischen Normen müssen entsprechend den Anforderungen der Normen durch eine unabhängige Prüfstelle typgeprüft und vom Hersteller stückgeprüft werden. Bei der **Typprüfung** wird die Übereinstimmung der technischen Dokumentation (Beschreibung und Zeichnungen) sowie der Prüfmuster mit den entsprechenden Normen festgestellt. Die mechanische Festigkeit wird durch eine Stoß- bzw. Fallprüfung nachgewiesen.

Durch Messungen wird das Einhalten der zulässigen Oberflächen- und Wicklungstemperaturen überprüft. Besondere Prüfungen sind vorgeschrieben für
- den Oberflächenwiderstand,
- den Nachweis der thermischen Beständigkeit von Kunststoffen und
- die thermische Schockfestigkeit von Gläsern an Leuchten und Schauöffnungen.

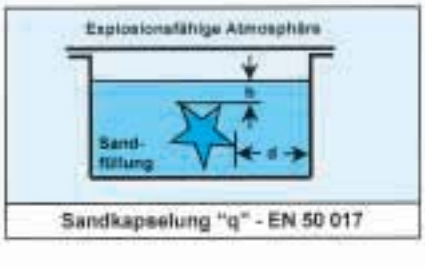
Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel müssen an gut sichtbarer Stelle gekennzeichnet sein. Nur wenn bei einem Betriebsmittel keiner der Werte 1,2 V, 0,1 A, 20 µJ oder 25 mW überschritten wird, brauchen sie nach Norm EN 50 014 weder bescheinigt noch gekennzeichnet zu werden.



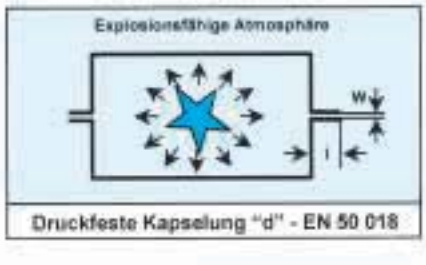
Ölkapselung "o" - EN 50 015



Überdruckkapselung "p" - EN 50 016



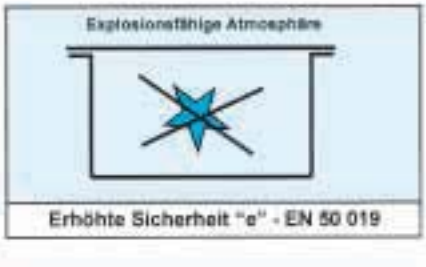
Sandkapselung "q" - EN 50 017



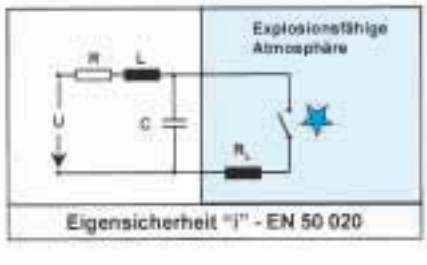
Druckfeste Kapselung "d" - EN 50 018

Allgemeine Bestimmungen

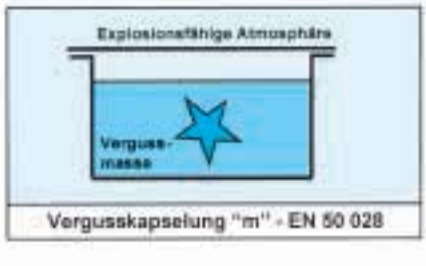
EN 50 014



Erhöhte Sicherheit "e" - EN 50 019



Eigensicherheit "i" - EN 50 020



Vergusskapselung "m" - EN 50 028

"n"

"n" - EN 50 021

Zündschutzarten

Beispiel für ein überdruckgekapseltes Gerät

Ölkapselung „o“

EN 50015/VDE 0170/0171 Teil 2

Definition: Zündschutzart, bei der elektrische Betriebsmittel oder Teile von elektrischen Betriebsmitteln durch Einschließen in Öl in dem Sinne sicher gemacht werden, dass die explosionsfähige Atmosphäre nicht mit der potentiellen Zündquelle zusammenkommt.

Die Zündquelle wird bei dieser Zündschutzart in einem mit Öl gefüllten Gehäuse so weit untergetaucht, dass ein Zünddurchschlag in den Bereich außerhalb der Öloberfläche vermieden wird. Das setzt voraus, dass die der Ölmasse zugeführte Wärmeleistung, Wärmeenergie und die dabei auftretende Energiedichte betrachtet und berücksichtigt werden.

Diese Zündschutzart wird hauptsächlich für Schaltgeräte und Transformatoren eingesetzt. Bei derartigen Schaltgeräten wird der Schaltlichtbogen unter Öl gezogen und kommt deshalb nicht mit dem explosionsfähigen Gemisch in Berührung. Neben der Gewährleistung ausreichenden Ölstandes in allen betriebsmäßigen Lagen des Schaltgerätes ist die Verwendung von geeignetem Öl wichtig, das sich unter der Beanspruchung durch den Schaltlichtbogen nicht zersetzen darf. Außerdem ist durch ausreichende Bemessung der Ölfüllung dafür zu sorgen, dass das Schaltgerät keine zu hohe Temperatur annimmt. Eine erhöhte Öltemperatur könnte somit wiederum zur Zündquelle werden. Auch die langfristige Güte des Öls muss überwacht werden, da sich die Eigenschaften des Öls durch ein Verrußen verändern.

Schaltgeräte in Zündschutzart Ölkapselung waren in der chemischen Industrie weit verbreitet zum Schalten von Motoren vor Ort. Ihre Bedeutung ist durch den Übergang zu Fernschaltungen und die Zunahme der Zahl der Verriegelungen so weit zurückgegangen, dass ölgekapselte Schalter heute nur noch in Ausnahmefällen eingesetzt werden. Darüber hinaus dürfen Ölschalter nicht an ortsveränderlichen Geräten angebaut werden. Auch erfordern sie einen höheren Wartungsaufwand. Die Instandsetzung ist erschwert, weil der Ölkasten vor Beginn entfernt werden muss. Dies ist innerhalb der Betriebsstätte oft unerwünscht.

Überdruckkapselung „p“

EN 50016/VDE 0170/0171 Teil 3

Mit der Überdruckkapselung wird das Eindringen einer explosionsfähigen Atmosphäre in das Gehäuse von elektrischen Betriebsmitteln verhindert. Dies geschieht dadurch, dass ein Zündschutzgas in seinem Inneren unter einem Überdruck gegenüber der umgebenden Atmosphäre gehalten wird. Der Überdruck von mindestens 0,5 mbar kann mit oder ohne laufende Zündschutzgas-Durchspülung aufrechterhalten werden.
Als Schutzgas dient in der Regel Luft. Früher wurde diese Zündschutzart als **Fremdbelüftung „f“** bezeichnet.
Bei der Zündschutzart Überdruckkapselung werden zwei Ausführungen unterschieden:

- Überdruckkapselung mit ständiger Durchspülung
- Überdruckkapselung mit Ausgleich der Leckverluste

Ein- und Austritt des Schutzgases muss außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches erfolgen. Bei beiden Ausführungsarten muss das Gehäuse vor Inbetriebnahme des Betriebsmittels mit allen zugehörigen Rohrleitungen in einer Menge durchgespült werden, die dem fünffachen Volumen der Kapselung entspricht. Während des Betriebs muss die Überdruckhaltung überwacht und bei Abfall des Überdrucks ein Warnzeichen gegeben oder abgeschaltet werden.
Zur Überwachung der Durchspülung wird üblicherweise ein Strömungswächter in Verbindung mit einem Zeitrelais verwendet. Das Zeitrelais läuft mit Beginn der Durchspülung an. Sobald die geforderte Menge an Zündschutzgas durchgeströmt ist, gibt das Zeitrelais die Einschaltung der Betriebsmittel frei, die im Gehäuse eingebaut sind. Bei Ausfall der Durchspülung oder bei Abfall des Überdruckes im Betrieb schließen der Strömungswächter oder ein Manometer einen Kontakt, der das Betriebsmittel abschaltet oder ein Warnsignal auslöst.
Die Kapselung des Betriebsmittels muss mindestens der Schutzart IP 40 nach EN 60529 entsprechen. Sie muss verhindern, dass Flammen, Funken oder zündfähige Partikel in die explosionsgefährdeten Bereiche austritt.

Beispiele für die Überdruckkapselung „p“

- Elektrische Maschinen größerer Leistung
- Schaltschränke
- Schaltpulte
- Schalträume
- Transformatoren
- Messgeräte
- Widerstandsgeräte
- Flüssigkeitsanlasser
- Leuchten
- Strom- und Spannungswandler
- Fernmeldegeräte

Ex-Scheinwerferleuchte für Hochdrucklampen: druckfeste Kapselung in Kombination mit Anschlussraum in erhöhter Sicherheit

Sandkapselung „q“

EN 50017 / VDE 0170/0171 Teil 4

Bei der Sandkapselung wird das Gehäuse eines elektrischen Betriebsmittels mit einem feinkörnigen Füllgut gefüllt. So wird verhindert, dass bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ein Lichtbogen im Gehäuse entsteht, der die explosionsfähige Atmosphäre zündet, die das Gehäuse umgibt. Außerdem darf weder eine Zündung durch Flammen noch eine Zündung durch erhöhte Temperaturen auf der Gehäuseoberfläche möglich sein.

Bei dieser Zündschutzart wird das Gehäuse in der Regel mit Quarzsand gefüllt, wobei bestimmte Anforderungen an die Korngröße, die Reinheit, den Feuchtigkeitsgehalt und die Durchschlagsfestigkeit gestellt werden. Ein anderes Füllgut als Quarz ist zulässig, wenn es den Bestimmungen entspricht. Das Gehäuse soll vorzugsweise aus Metall bestehen. Andere Werkstoffe sind nur dann zugelassen, wenn ihre mechanischen und thermischen Eigenschaften einer Prüfung unterzogen und genau beschrieben wurden. Die Druckfestigkeit muss in jedem Fall durch eine statische Druckprüfung nachgewiesen werden.

Die elektrischen Einbauteile müssen ohne Berücksichtigung der Isolationswirkung des Füllgutes angemessen isoliert sein. Blanke, unter Spannung stehende Teile müssen gegeneinander und gegen die Gehäusewand mit genügendem Abstand angeordnet sein.

Das Füllgut wird verdichtet, wobei je nach Geräteeinbau und Anforderungen bestimmte Füllgutschichtdicken vorhanden sein müssen. Um die Schichtdicken zu reduzieren, darf ein Lochblech als Schirm in das Füllgut eingelegt sein.

Beispiele für Sandkapselung „q“

- Kondensatoren
- Kleintransformatoren
- Steuerschaltungen mit heißen oder funkengebenden Teilen
- Elektronische Geräte

Druckfeste Kapselung „d“

EN 50018 / VDE 0170/0171 Teil 5

Die druckfeste Kapselung ist eine Zündschutzart, bei der die Teile, die eine explosionsfähige Atmosphäre zünden können, in einem Gehäuse angeordnet sind, das bei einer Explosion eines explosionsfähigen Gemisches im Inneren deren Druck aushält. Damit wird eine Übertragung der Explosion auf die das Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre verhindert.

Die druckfeste Kapselung kann als Einbahnstraße verstanden werden:

- in das Gehäuse des elektrischen Betriebsmittels kann explosionsfähige Atmosphäre eindringen,
- aber bei einer Explosion innerhalb des Gehäuses wird die Übertragung der Explosion nach außen verhindert.

Damit der hohe Gasdruck abgebaut werden kann, der bei der Explosion im Innern eines druckfest gekapselten Gehäuses entsteht, sind die Gehäuse in der Regel mit Spalten versehen. Diese Spalten haben zwei Aufgaben. Zum einen dienen sie dem Abbau des Gasdruckes, zum anderen der Verminderung der Temperatur des Explosionsgases, so dass eine das druckfest gekapselte Gehäuse umgebende explosionsfähige Atmosphäre nicht gezündet wird.

Durch Experimente hat man für jedes explosionsfähige Gemisch ermittelt, wie eng der Spalt sein muss, damit keine Zündung der das Gehäuse umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre erfolgen kann.
Informationen zur Bestimmung der maximalen Spaltweite sind im Abschnitt Grundlagen enthalten.

Auf dem Typenschild des druckfest gekapselten Betriebsmittels muss die Explosionsgruppe angegeben sein. Betriebsmittel der Gruppe II C können auch in den Bereichen für die Gruppen II B und II A, Betriebsmittel der Gruppe II B in den Bereichen für die Gruppe II A verwendet werden.

Die Temperaturklasse eines Betriebsmittels nennt die zugelassene Grenztemperatur, bis zu der sich die äußeren Oberflächen des Betriebsmittels erwärmen dürfen.
Die Zündschutzart „d“ findet man häufig bei Motoren und Schaltgeräten. In Schaltgeräten entsteht kaum Wärme, so dass im Betrieb die Oberflächentemperatur der Gehäuse nur wenig über der Temperatur der Atmosphäre um das Betriebsmittel herum liegt. Schaltgeräte erfüllen im allgemeinen die Anforderungen der Temperaturklassen T 5 und T 6 und damit auch die Anforderungen der Klassen mit höheren zulässigen Temperaturen.

Bei Motoren dagegen wird mehr Verlustwärme frei, besonders bei größeren Leistungen. Um die zulässige Grenztemperatur nicht zu überschreiten kann es erforderlich sein, die Typleistung eines druckfest gekapselten Motors gegenüber der eines normalen Motors herabzusetzen.
Öl und Flüssigkeiten, die beim Zersetzen mit der Luft explosionsfähige Gemische bilden können, dürfen auf keinen Fall in druckfest gekapselte Betriebsmittel eingebracht werden.

Beispiele für die Anwendung der Zündschutzart „d“

- Motoren mit Schleifringen und Kommutatoren
- Drehstrommotoren mit Käfigläufer
- Schaltgeräte mit Öffnungs- und Schließkontakten, wie Motorschutzschalter, Leitungsschutzschalter, Luftschütze
- Befehlsgeräte, Steckvorrichtungen
- Sicherungen
- Transformatoren
- Messgeräte
- Strom- und Spannungswandler
- Widerstandsgeräte
- Leuchten
- Fernmeldegeräte

Kombinierte Zündschutzarten

In Deutschland ist es üblich, ein druckfest gekapseltes Gehäuse mit einem Anschlussraum in der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ zu verbinden. Eine solche Kombination findet man bei Leuchten und Motoren.

Dies hat den Vorteil, dass der Errichter zum Anschluss das druckfest gekapselte Gehäuse nicht öffnen muss. Die Leitung kann nach der Schutzart IP 54 in den Anschlussraum „Erhöhte Sicherheit“ eingeführt werden.

Ex-Verteiler in erhöhter Sicherheit mit druckfesten Einbau-Komponenten

Ex-Klemmenkasten in erhöhter Sicherheit

Erhöhte Sicherheit „e“

EN 50 019/ VDE 0170/0171 Teil 6

Diese Zündschutzart wird bei Betriebsmitteln verwendet, bei denen im normalen Betrieb keine Funken oder Lichtbögen sowie unzulässig hohe Temperaturen im Inneren oder an äußeren Teilen entstehen. Deshalb kommen Schaltgeräte, Kollektoren und Schleifringe für diese Zündschutzart nicht in Frage.

Diese Zündschutzart ermöglicht eine wirtschaftliche und zweckmäßige Bauweise elektrischer Betriebsmittel, besonders bei: Klemmenkästen, Abzweigdosen, Sammelschienenkästen, Drehstrom-Käfigläufermotoren, Leuchten, Magnetventilen und Wandlern.

Durch äußere Einflüsse, wie Wasser und fremde Festkörper, dürfen keine Kriechströme oder Lichtbögen entstehen können. Gehäuse, die blanke, unter Spannung stehende Teile enthalten, müssen mindestens in der Schutzart IP 54 ausgeführt sein. Für solche Gehäuse, die nur isolierte Teile enthalten, reicht die Schutzart IP 44. Wenn umlaufende elektrische Maschinen in sauberen Räumen durch Fachpersonal regelmäßig überwacht werden, genügt für Gruppe II die Schutzart IP 20. Der eingeschränkte Verwendungsbereich ist auf der Maschine angegeben. Alle Gehäuse werden bei der Typprüfung einer mechanischen Stoßprüfung unterzogen.

Mit **Trompeteneinführungen** lassen sich flexible Leitungsanschlüsse herstellen. Alle Teile der Leitungseinführung müssen so schlagfest sein, dass eine Zerstörung im normalen Gebrauch auszuschließen ist. **Anschlussklemmen** müssen gegen Selbstlockern gesichert sein und ausreichenden Kontaktdruck erzeugen.

Durch bessere Isolierung aktiver Teile und größere Kriech- und Luftstrecken gegenüber einer normalen Bauart wird die erhöhte Sicherheit gewährleistet. Bei dieser Zündschutzart gelten die zulässigen Oberflächentemperaturen auch für alle Oberflächen innerhalb eines Gehäuses.

Jeder Isolierstoff unterliegt einer natürlichen Alterung. Um die Lebensdauer der Isolierstoffe von Wicklungen zu verlängern, wird die Grenztemperatur im Vergleich zu Wicklungen normaler Bauart herabgesetzt. Dadurch wird die Gefahr von Wicklungsschäden durch Erdschluss und Wicklungsschluss vermindert.

Die nachstehende Tabelle nennt die Grenztemperaturen für isolierte Wicklungen bei Betriebsmitteln der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“.

Grenztemperaturen für isolierte Wicklungen	Messverfahren		Isolierstoffklasse A	E	B	F	H
Alle Wicklungen, außer einlagig isolierte Wicklungen, bei Nennbetrieb	R*	°C	90	105	110	130	155
	T*	°C	80	95	100	115	135
Einlagig isolierte Wicklungen bei Nennbetrieb	R*	°C	95	110	120	130	155
	T*	°C	95	110	120	130	155
Grenztemperatur am Ende der Zeit t_E	R*	°C	160	175	185	210	235

*) R = Widerstandsverfahren, T = Thermometerverfahren

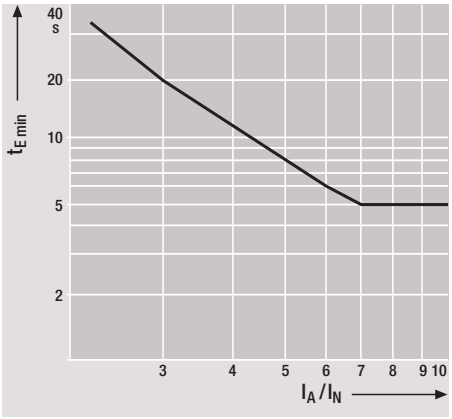


Bild 1: Mindestwerte für die Zeit t_E

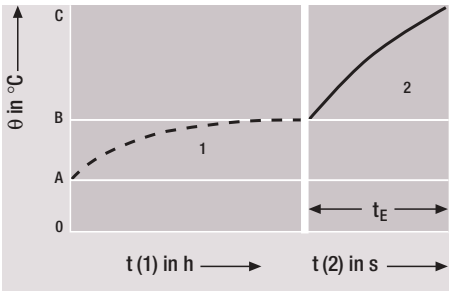


Bild 2: Erläuterung der Berechnung der Zeit t_E
A höchste zulässige Umgebungstemperatur
B Temperatur im Nennbetrieb
C Grenztemperatur
t Zeit
θ Temperatur
1 Erwärmung im Nennbetrieb
2 Erwärmung bei festgebremstem Motor

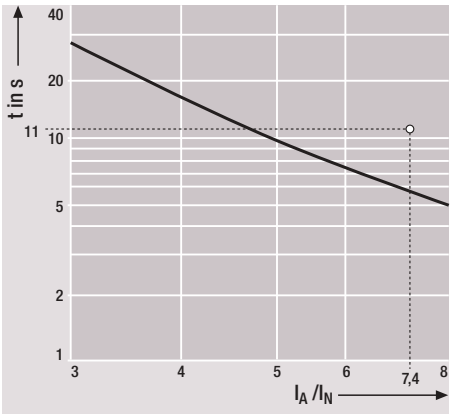


Bild 3: Auslösekennlinie des thermischen Relais vom kalten Zustand aus
Zeit t_E des zu schützenden Motors 11 s
I_A/I_N des zu schützenden Motors 7,4

Schutzeinrichtungen für die Wicklungen sollen sicherstellen, dass nur die in der Tabelle angegebenen reduzierten Grenztemperaturen erreicht werden.

Bei Motoren finden Überstrom-Schutzeinrichtungen Verwendung, die bei Schweranlauf oder im Störungsfall ausgelöst werden. Nach mehrstündigem Betrieb mit Nennleistung hat ein Motor seine Dauerbetriebstemperatur erreicht. Blockiert der Läufer infolge einer Störung und steht dabei weiterhin unter Spannung, so nimmt der Motor erhöhten Strom, den Anzugstrom I_A, vom Vielfachen des Nennstroms I_N auf. Wird der Motor nicht abgeschaltet, erreicht er die Grenztemperatur nach der Zeit t_E. Die Zeit t_E hängt vom Anzugsstromverhältnis I_A/I_N ab.

Die Überstrom-Schutzeinrichtung muss den Motor vor Erreichen der Grenztemperatur, also innerhalb der Zeit t_E, abschalten.
Die gleiche Funktion erfüllt die Schutzeinrichtung, wenn der Motor blockiert. Dies ist unabhängig davon, ob der Motor sich im warmen oder im kalten Zustand befindet.

Erwärmen sich Läufer und Ständer unterschiedlich schnell, so gilt die kürzere Zeit als t_E. Auf dem Typenschild und in der Zulassungsbescheinigung des Motors sind die Zeit t_E und das Verhältnis Anlaufstrom I_A zu Nennstrom I_N angegeben.

Die Schutzeinrichtungen müssen die angegebenen Auslösezeiten mit einer Toleranz von +/-20 % einhalten.
Im Bild 3 ist die Kennlinie eines thermischen Relais mit einem Beispiel für die Überprüfung angegeben. Das auf den Nennstrom des Motors eingestellte Relais löst bei 7,4-fachem Nennstrom in einer Zeit aus, die kürzer als die Zeit t_E ist. Das Relais ist zum Schutz des Motors geeignet.

Die Schutzeinrichtungen müssen den Motor auch bei Ausfall eines Außenleiters abschalten. Hierfür kommen stromabhängig verzögerte thermische Überstromrelais oder -auslöser in Frage, wenn sie z.B. mit Phasenausfallschutz nach VDE 0660 versehen sind.

Bei Motoren mit Δ-Schaltung müssen die Schutzeinrichtungen folgende Bedingung erfüllen: Die Auslösezeit ist im festgebremsten Motor und bei Phasenausfall mit dem 0,87fachen Motoranzugsstrom zu überprüfen. Die Auslösezeit muss dabei innerhalb der t_E-Zeit liegen. Diese Prüfung ist erforderlich um die durch die ungleichförmige Belastungen der Wicklungen hervorgerufene erhöhte Temperatur, die nicht durch die Netz-Stromaufnahme erkennbar ist, zu erfassen.

Elektrische Motoren in Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit“ dürfen im Allgemeinen nur im Dauerbetrieb und für normale, nicht häufig wiederkehrende Anläufe eingesetzt werden, damit die beim Anlauf auftretenden Erwärmungen die zulässigen Grenztemperaturen nicht überschreiten. Für Motoren im Niederspannungsbereich bietet der thermische Motorschutz durch in die Wicklungen eingebettete Temperaturfühler mit positivem Temperaturkoeffizienten bei der Überwachung der Anlauferwärmung im Schaltbetrieb Vorteile.

Beispiele für erhöhte Sicherheit „e“

- Drehstrom- oder Einphasenläufer mit Käfigläufer
- Transformatoren
- Strom- und Spannungswandler
- Messgeräte
- Vorschaltgeräte für Leuchten
- Leuchten
- Widerstandsgeräte
- Flüssigkeitsanlasser
- Akkumulatoren
- Fernmeldegeräte
- Anschlussräume bei allen elektrischen Betriebsmitteln.

Vergusskapselung „m“

EN 50 028/VDE 0170/0171 Teil 9

Vergusskapselung „m“ ist eine Zündschutzart, bei der die Teile, die eine explosionsfähige Atmosphäre zünden können, in eine gegenüber Umgebungseinflüssen genügend widerstandsfähige Vergussmasse eingebettet sind. So kann die explosionsfähige Atmosphäre weder durch Funken noch durch Erhitzung, die innerhalb der Vergusskapselung entstehen können, gezündet werden.

Als Vergussmasse dürfen Duromere, Thermoplaste und Elastomere mit und ohne Füllstoffe und/oder andere Zusätze eingesetzt werden. Im vorgesehen Temperaturbereich müssen die Eigenschaften der Vergussmasse den Anforderungen der EN 50 028 entsprechen (z.B. Temperaturindex TI nach IEC 60216-1)
Die Auswahl der Vergussmasse für einen bestimmten Anwendungsfall hängt von der Aufgabe ab, die die Vergussmasse in dem Betriebsmittel zu erfüllen hat. Die Vergusskapselung muss die Wirksamkeit der Zündschutzart auch bei zulässiger Überlastung und bestimmten inneren Fehlern sicherstellen.

In der Vergussmasse sind Hohlräume zur Unterbringung von Bauteilen wie Relais, Transistoren, etc. bis zu einem Volumen von 100 cm^3 zulässig.

Ist bei vergussgekapselten Betriebsmitteln die Vergussmasse direkt der Umgebung ausgesetzt muss die Vergussmasse den Anforderung der EN 50 014 an nichtmetallische Werkstoffe entsprechen

Beispiele für Vergusskapselung „m“

- Relais, Melde- und Befehlsgeräte
- Transistoren, Sensoren
- Schichtwiderstände, Anzeigegeräte
- Vorschaltgeräte (KVG)
- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)
- Kleinstmotoren
- Magnetventile

| *FB Remote I/O für Zone 1 im rauhen Betrieb*

| *LB Remote I/O für MSR-Raum und Zone 2*

Eigensicherheit „i“

EN 50 020/ VDE 0170/0171 Teil 7

Eine der jüngsten Zündschutzarten gegen Explosionsgefahren durch elektrische Betriebsmittel und Anlagen ist durch den Begriff „Eigensicherheit“ gekennzeichnet. Die Konzipierung der klassischen Zündschutzarten erfolgte für elektrische Betriebsmittel der Energietechnik. Durch die fortschreitende Automatisierung der Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen stieg der Bedarf an Betriebsmitteln der Mess- und Regeltechnik in explosionsgeschützter Ausführung. Eigensichere Stromkreise haben nur einen geringen Energieinhalt, der zur Zündung eines explosionsfähigen Gemisches nicht ausreicht. Daher bietet sich bei diesen Stromkreisen das Schaffen einer Zündschutzart an, die diese physikalische Grundlage ausnutzt.

Begriffe

Eigensicherer Stromkreis

Im Gegensatz zu allen anderen Zündschutzarten, bei denen sich der Explosionsschutz immer auf das einzelne Betriebsmittel bezieht, muss bei der Zündschutzart „Eigensicherheit“ der gesamte Stromkreis betrachtet werden.

Definition „Eigensicherer Stromkreis“

Ein „Eigensicherer Stromkreis“ ist ein Stromkreis, in dem kein Funke und kein thermischer Effekt die Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann. Dabei sind die in dieser Norm festgelegten Prüfbedingungen im normalen Betrieb und bei Fehlerbedingungen zu beachten.

Eigensichere elektrische Betriebsmittel

Je nach Ausführung und Verwendungszweck werden bei der Zündschutzart Eigensicherheit die Betriebsmittel in „eigensichere“ und „zugehörige elektrische Betriebsmittel“ unterteilt.

Eigensicheres elektrisches Betriebsmittel

Ein „eigensicheres elektrisches Betriebsmittel“ ist ein elektrisches Betriebsmittel, in dem alle Stromkreise eigensicher sind.
Man unterscheidet bei den eigensicheren Betriebsmitteln folgende Bauarten:
– Aktives eigensicheres Betriebsmittel
– Passives eigensicheres Betriebsmittel ohne Energiespeicher
– Passives eigensicheres Betriebsmittel mit Energiespeicher

Zugehöriges elektrisches Betriebsmittel

Ein „zugehöriges elektrisches Betriebsmittel“ ist ein elektrisches Betriebsmittel, in dem nicht alle Stromkreise eigensicher sind, das aber Stromkreise enthält, welche die Sicherheit von eigensicheren Stromkreisen an die sie angeschlossen sind, beeinflussen können.
Ein zugehöriges Betriebsmittel kann sein:
– entweder ein elektrisches Betriebsmittel mit einer anderen in der Europäischen Norm 50 014 „Allgemeine Bestimmungen“ aufgeführten Zündschutzart, durch die es für die Verwendung in den entsprechenden explosionsgefährdeten Bereichen geeignet ist;
– oder ein elektrisches Betriebsmittel, das nicht entsprechend geschützt ist und das deshalb in explosionsgefährdeten Bereichen nicht verwendet werden darf.

Grundlagen

Mindestzündenergie

Zur Entzündung eines explosionsfähigen Gemisches ist eine Mindestzündenergie erforderlich. Durch eine äußere Zündquelle, beispielsweise einen elektrischen Funken, entsteht lokal in einem kleinen Volumenbereich einer explosionsfähigen Atmosphäre eine hohe Temperatur, und es erfolgt eine Verbrennung. Die durch den Funken zugeführte und durch Verbrennung entstehende Wärme erwärmt die Nachbarschichten, aber gleichzeitig wird Energie durch Wärmeleitung nach außen abgeführt. Ist die Wärmeabfuhr größer als die zugeführte und erzeugte Wärmemenge, ist eine Fortpflanzung der Verbrennung auf Nachbarvolumenbereiche nicht möglich.

Erst wenn durch die äußere Zündquelle so viel Energie zugeführt wird, dass die Temperatur der Nachbarschichten über ihre Zündtemperatur ansteigt, pflanzt sich die Verbrennung selbständig fort und es kommt zur Explosion.
Diese Grundkenntnisse werden bei der Zündschutzart „Eigensicherheit“ genutzt.
Man begrenzt die elektrischen Werte eines Stromkreises so weit, dass die zur Zündung erforderliche Mindestzündenergie nicht erreicht wird.

Definition der Mindestzündenergie

Die Mindestzündenergie eines Gas- und eines Dampf-Luft-Gemisches ist die kleinstmögliche bei der Entladung eines Kondensators auftretende elektrische Energie, die das zündwilligste Gemisch eines Gases oder eines Dampfes mit Luft bei atmosphärischem Druck und 20° C gerade noch zu zünden vermag.

Einteilung in Gruppen

Nach ihrer Mindestzündenergie sind die brennbaren Stoffe in die Gruppen I, IIA, IIB und IIC eingeteilt. Es ist die gleiche Einteilung wie nach dem Zünddurchschlagsvermögen, welches bei der Zündschutzart „Druckfeste Kapselung“ entscheidend ist. Bei eigensicheren elektrischen Betriebsmitteln erfolgt die Unterteilung der Gase und Dämpfe aufgrund des Verhältnisses ihres Mindestzündstromes (MIC) zum Mindestzündstrom von Laboratoriumsmethan.

Unterteilung A	MIC-Verhältnis größer 0,8
Unterteilung B	MIC-Verhältnis zwischen 0,8 und 0,45
Unterteilung C	MIC-Verhältnis kleiner 0,45

Zündgrenzkurven

Im eigensicheren Stromkreis muss die auch im Fehlerfall freiwerdende Energie so weit begrenzt werden, dass garantiert keine Zündung mehr erfolgen kann.
Mit einem genormten Funkenprüfgerät werden für die einzelnen Gruppen Zündgrenzkurven ermittelt.

Explosionsgruppen	Grenzspaltweite in mm	Mindestzündstromverhältnis
II A	> 0,9	> 0,8
II B	0,5 bis 0,9	0,45 bis 0,8
II C	< 0,5	< 0,45

Da die Zündwahrscheinlichkeit eines Gemisches auch von der Anzahl der Zu- und Abschaltungen abhängig ist, sind für die Prüfung entsprechend EN 50 020 mindestens 1000 Zu- und Abschaltungen durchzuführen. Hierbei darf in keinem Fall eine Zündung auftreten.

Je nach Aufbau des eigensicheren Stromkreises muss mit dem Vorhandensein von Energiespeichern gerechnet werden. Sind im eigensicheren Stromkreis Kapazitäten vorhanden, werden diese auf die Spannung des Stromkreises aufgeladen. Die im Kondensator gespeicherte Energie beträgt $0{,}5\,CU^2$ (C = Kapazität, U = Spannung). Bei einem Kurzschluss im Stromkreis wird nun zusätzlich zur Energie, die das zugehörige Betriebsmittel liefert, auch die im Kondensator gespeicherte Energie frei.

Analoges gilt, wenn Induktivitäten im Stromkreis enthalten sind. Wird eine Induktivität von Strom durchflossen, beträgt die gespeicherte Energie $0{,}5\,LI^2$ (L = Induktivität, I = Strom). Bei einer Unterbrechung wird diese Energie zusätzlich frei. Aus vorgenannten Gründen sind bei eigensicheren Stromkreisen immer die drei Grenzfälle – ohmscher Stromkreis, kapazitiver Stromkreis und induktiver Stromkreis – zu betrachten.
In der europäischen Norm EN 50 020 sind für diese Betrachtungen Zündgrenzkurven enthalten.

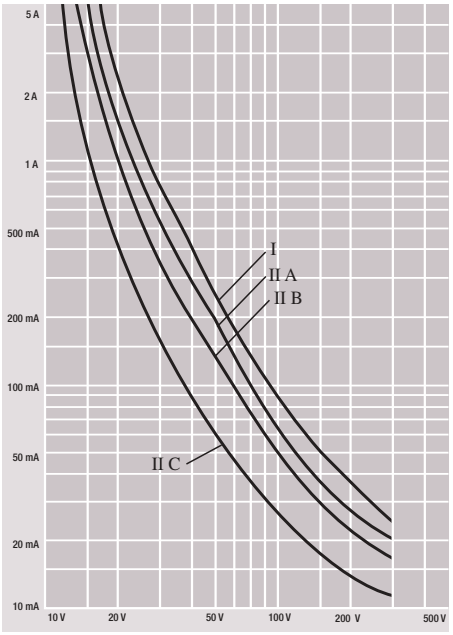


Abbildung 1:
Ohmsche Stromkreise Mindestzündströme, anzuwenden bei elektrischen Betriebsmitteln mit Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium.

Kategorien der eigensicheren und zugehörigen elektrischen Betriebsmittel

Eigensichere elektrische Betriebsmittel und eigensichere Teile von zugehörigen elektrischen Betriebsmitteln werden in zwei Kategorien, -ia- oder -ib-, eingeordnet.

Sicherheitslevel -ia-

Elektrische Betriebsmittel der Kategorie -ia- dürfen nicht in der Lage sein, im Normalbetrieb, bei Auftreten eines einzelnen Fehlers und beim Auftreten irgendeiner Kombination von zwei Fehlern eine Zündung zu verursachen.
Dabei sind folgende Sicherheitsfaktoren zu beachten:

Sicherheitsfaktor 1,5	im Normalbetrieb und mit einem Fehler
Sicherheitsfaktor 1,0	bei zwei Fehlern

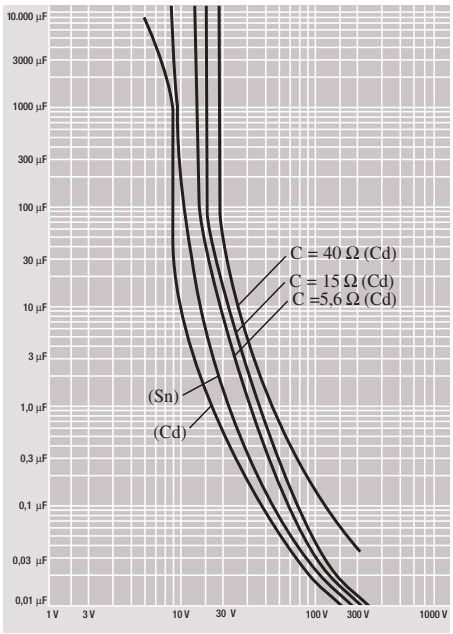


Abbildung 2: Kapazitive Stromkreise Mindestzündspannungen, anzuwenden bei elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe IIC. Die mit Sn gekennzeichnete Kurve ist nur bei elektrischen Betriebsmitteln ohne Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium anzuwenden.

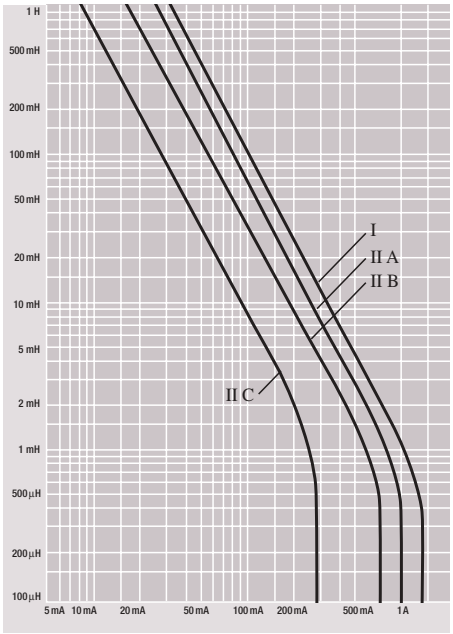


Abbildung 3: Induktive Stromkreise Mindestzündströme, anzuwenden bei elektrischen Betriebsmitteln mit Cadmium, Zink, Magnesium oder Aluminium mit U = 24 Volt.

Sicherheitslevel -ib-

Elektrische Betriebsmittel der Kategorie -ib- dürfen nicht in der Lage sein, im Normalbetrieb und mit einem Fehler eine Zündung zu verursachen. Dabei sind folgende Sicherheitsfaktoren zu beachten:

Sicherheitsfaktor 1,5	im Normalbetrieb und bei einem Fehler

Baubestimmungen

Alle Bauteile, von denen die Eigensicherheit abhängt (ausgenommen Transformatoren, für die besondere Bedingungen gelten), dürfen selbst bei Auftreten von Fehlern (z.B. Auftreten der Netzspannung an der Zugangsseite elektronischer Kreise) mit nicht mehr als 2/3 ihres Nennstromes, ihrer Nennspannung oder ihrer Nennleistung belastet werden.

Bauarten von Begrenzungsbausteinen

Sicherheitsbarrieren mit Dioden

Baugruppen aus Dioden oder aus Zenerdioden mit einem Schutz durch Schmelzsicherung oder durch einen Widerstand dürfen als Sicherheitsbarrieren zwischen einem eigensicheren Stromkreis und einem nicht eigensicheren Stromkreis verwendet werden. Der Eingangsstromkreis dieser Barrieren muss so ausgeführt sein, dass sie an ein Netz mit einem max. Kurzschlussstrom von 1,5 kA angeschlossen werden können.

Geräte mit galvanischer Trennung

Die beispielsweise in eigensicheren Netzgeräten eingesetzten Transformatoren müssen eine sichere galvanische Trennung zwischen Primär- und Sekundärstromkreis gewährleisten. Die für den eigensicheren Stromkreis maßgebenden Daten werden von der Ausgangskennlinie dieses Trafos und evtl. vorhandener Beschaltung (Spannungsbegrenzung durch Dioden, Strombegrenzung durch Widerstände oder durch die Elektronik) bestimmt.

Trennung eigensicherer von nicht eigensicheren Stromkreisen

Anschlussteile

Die Anschlussteile der eigensicheren Stromkreise müssen, um Verwechslungen beim Anschluss oder Überbrückungen durch Lösen von Anschlussleitungen zu verhindern, sicher von den Anschlussteilen eines nichteigensicheren Stromkreises getrennt sein. Dies kann erreicht werden indem z.B. die Anschlussklemmen der eigensicheren Stromkreise mindestens 50 mm von den Anschlussklemmen jedes nicht eigensicheren Stromkreises entfernt, oder von diesen durch eine isolierende Wand oder eine geerdete metallische Wand getrennt sein. Diese Trennwände müssen entweder bis 1,5 mm an die Gehäusewand heranreichen oder aber einen Mindestabstand von 50 mm zwischen den Anschlussklemmen sicherstellen.

Trennung isolierter Leitungen eigensicherer und nicht eigensicherer Stromkreise

Der Abstand zwischen den Leitern isolierter Leitungen muss bestimmten Anforderungen genügen. Diese Isolation mit Ausnahme von Lacken und ähnlicher Überzüge wird als feste Isolation betrachtet. Die Trennstrecke wird durch Addition der radialen Dicke der Isolation auf den Drähten ermittelt. Die Mindestabstände sind in DIN EN 50 020 vorgegeben.

z.B.	bei U ≤ 60 V	0,5 mm
	bei U ≥ 750 V	1,4 mm

Die Spannung U ist die Summe der Spannungen der eigensicheren oder des eigensicheren und des nicht eigensicheren Stromkreises. Dieser Abstand ist nicht erforderlich, wenn

- die Adern der eigensicheren oder nicht eigensicheren Stromkreise mit einem geerdeten Schirm ausgerüstet sind
- oder wenn bei elektrischen Betriebsmitteln der Kategorie -ib- die Isolation der Leitungen der eigensicheren Adern einer Prüfwechselspannung von 2000 V standhält. Außerdem muss beachtet werden, dass keine induktiven oder kapazitiven Beeinflussungen vom nicht eigensicheren Stromkreis in den eigensicheren Stromkreis erfolgen können.

Betriebsmittel für eigensichere Stromkreise

Grundsätzlich müssen, ebenso wie bei allen anderen Zündschutzarten, die im eigensicheren Stromkreis eingesetzten zugehörigen elektrischen Betriebsmittel und die eigensicheren Betriebsmittel geprüft und bescheinigt sein. Ausgenommen sind nach EN 50 014 nur solche Betriebsmittel, bei denen nach Angaben des Herstellers keiner der Werte 1,2 V; 0,1 A; 20 µJ oder 25 mW überschritten wird.

Einfache eigensichere Betriebsmittel, deren elektrische Kenndaten und deren Erwärmungsverhalten einwandfrei bestimmbar sind und die den anwendbaren Baubestimmungen entsprechen, müssen nicht geprüft und bescheinigt sein.
Dies gilt beispielsweise für:

- Schalter
- Steckvorrichtungen
- Klemmenkästen
- Messwiderstände
- einzelne Halbleiterbauelemente
- Spulen (Drehspulanzeiger)
- Kondensatoren
- elektrische Wegfühler (DIN 19 234)

Die allgemeinen Anforderungen nach EN 50 014 sowie die Ausführung von Gehäusen und Anschlusskästen bezüglich des Oberflächenwiderstandes oder der Wahl der Aluminiumlegierung (bei Kunststoffgehäusen Oberflächenwiderstand < 10^9 Ohm) müssen unbedingt eingehalten werden.

Planung eigensicherer Stromkreise

Beim Aufbau eines eigensicheren Stromkreises mit nur einem eigensicheren und einem zugehörigen Betriebsmittel sind die Grenzwerte für die zulässige äußere Kapazität und die zulässige äußere Induktivität dem Typenschild des zugehörigen Betriebsmittels zu entnehmen und für den Stromkreis maßgebend.
Anhand der vom zugehörigen elektrischen Betriebsmittel max. möglichen Einspeiseenergie ist nun nur noch das Erwärmungsverhalten des eigensicheren Betriebsmittels zu überprüfen. Bei der Zusammenschaltung mehrerer eigensicherer Stromkreise (beispielsweise mehrere zugehörige Betriebsmittel wirken auf ein eigensicheres Betriebsmittel) ist jedoch eine weitergehende Überprüfung der Eigensicherheit erforderlich.
Die durch die Zusammenschaltung im Fehlerfall auftretenden Höchstwerte von Spannung und Strom sind zu ermitteln. Dabei ist auf das zusammengeschaltete System die in der EN 50 020 geforderte Fehlerbetrachtung (beispielsweise bei einem eigensicheren Stromkreis oder Kategorie -ib- : 1 Fehler) anzuwenden.

Die einfachste Methode beruht auf der Annahme, dass alle zugehörigen elektrischen Betriebsmittel ihre Höchstwerte von Strom und Spannung annehmen und sich die Spannungen und die Ströme addieren. Sollte diese Betrachtung nicht zum Erfolg führen (unzulässig hohe Werte), muss die Überprüfung exakter, unter Annahme der für die einzelnen Kategorien möglichen Fehler, durchgeführt werden.
Die Überprüfung der Eigensicherheit eines Stromkreises ist exakt zu dokumentieren.

Spezifikation der zulässigen äußeren Induktivitäten und Kapazitäten bei Speisegeräten von eigensicheren Stromkreisen

Bisher wurden die Höchstwerte für L_a und C_a bei den Speisegeräten für eigensichere Stromkreise von einigen Prüf- und Zertifizierungsstellen so festgelegt, dass der Betreiber lediglich überprüfen musste, ob die angeschlossenen Induktivitäten und Kapazitäten L_a und C_a (incl. Kabel und Leitungen) immer kleiner waren als die Höchstwerte. Dabei wurde unterstellt, dass die angeschlossenen Induktivitäten und Kapazitäten gleichzeitig in konzentrierter Form an das Speisegerät angeschlossen werden und somit eine kritischste Belastung darstellen. Dieses gleichzeitige Auftreten von L_a und C_a wurde von diesen Prüfinstituten bei ia Stromkreisen und bei nichtlinearen ib Stromkreisen berücksichtigt. Da andere Prüfinstitute davon ausgehen, dass entweder eine äußere Kapazität (bei vernachlässigbarer Induktivität) oder eine äußere Induktivität (bei vernachlässigbarer Kapazität) angeschlossen wird, wurden von ihnen den Herstellern günstigere Kennwerte zertifiziert. Durch den Druck des Marktes sahen auch die Prüfstellen, die bisher ein gleichzeitiges Auftreten von Kapazität und Induktivität bei der Festlegung der sicherheitsrelevanten Daten annahmen, sich gezwungen, sich auch der weniger restriktiven Sichtweise anzuschließen. An einem theoretischen Beispiel (Vollausnutzung der äußeren Anschlusswerte) ist jedoch nachweisbar, dass der Sicherheitsfaktor von 1,5 (nach alten Kennwerten) durch die neue Betrachtung auf 0,91 herabgesetzt werden kann. Deshalb ist in diesen kritischen Fällen bei gleichzeitigem Auftreten konzentrierter Kapazitäten und Induktivitäten ein Fachmann (Hersteller, Sachverständiger) hinzuzuziehen.

Eigensichere Stromkreise mit Zenerbarrieren

Eigensichere Stromkreise sind im Normalfall isoliert zu errichten. Sie dürfen geerdet werden, wenn dies aus Funktionsgründen erforderlich ist. Sie müssen jedoch geerdet werden, wenn dies aus Sicherheitsgründen zwingend ist. Diese Erdung ist nur an einer Stelle, durch Verbinden mit dem Potentialausgleich, der im gesamten Bereich der Errichtung des eigensicheren Stromkreises vorhanden sein muss, zulässig.

Da bei Sicherheitsbarrieren keine galvanische Trennung des nicht eigensicheren vom eigensicheren Stromkreis vorhanden ist, muss hier aus Sicherheitsgründen eine einwandfreie Erdverbindung vorhanden sein.

Arbeiten und Prüfen an eigensicheren Stromkreisen

Prinzipiell darf an eigensicheren Stromkreisen, da aufgrund ihrer Auslegung keine Zündung erfolgen kann, unter Spannung gearbeitet werden. Beim Einsatz von Messgeräten ist jedoch zu beachten, dass diese Geräte innere Energiespeicher (z.B. die Induktivität eines Drehspulanzeigers) enthalten können, welche die Eigensicherheit aufheben könnte.

Weitere Informationen

Die CEAG Apparatebau Hundsbach GmbH & Co. KG bietet in der Broschüre „Ex-Schutz- und MSR-Technik – Leitfaden für den Praktiker“ von Dipl.-Ing. Wolfgang Gohm weitere Informationen zum Thema Eigensicherheit.

Eigensichere elektrische Systeme „i“

EN 50 039 / VDE 0170/0171 Teil 10

Begriffe

Eigensicheres elektrisches System
Die Gesamtheit der miteinander verbundenen elektrischen Betriebsmittel, die mit einer Systembeschreibung dokumentiert ist und bei denen die Stromkreise oder Teile der Stromkreise, die ganz oder zum Teil im explosionsgefährdeten Bereich benutzt werden sollen, eigensichere Stromkreise sind.

Bescheinigtes eigensicheres elektrisches System
Ein eigensicheres elektrisches System, für das eine Bescheinigung ausgestellt worden ist mit der Bestätigung, dass der Typ des elektrischen Systems mit der Europäischen Norm übereinstimmt.

Eine Bescheinigung für jedes einzelne elektrische Betriebsmittel eines eigensicheren elektrischen Systems ist nicht erforderlich, sofern das elektrische Betriebsmittel eindeutig identifizierbar ist.

Nichtbescheinigtes eigensicheres elektrisches System
Ein eigensicheres elektrisches System, bei dem durch Kenntnis der elektrischen Kennwerte der bescheinigten eigensicheren elektrischen Betriebsmittel, der bescheinigten zugehörigen elektrischen Betriebsmittel sowie der nichtbescheinigten „einfachen Betriebsmittel“, und bei dem durch Kenntnis der elektrischen und physikalischen Kennwerte der Verbindungsleitungen die Eigensicherheit einwandfrei nachzuweisen ist.

Systembeschreibung
Eine vom Systemplaner ausgearbeitete Unterlage, in der die elektrischen Betriebsmittel, ihre elektrischen Kennwerte und die Kennwerte der Verbindungsleitungen beschrieben sind.
Unter dem „Systemplaner“ ist eine Person zu verstehen, die für die Eigensicherheit des Systems verantwortlich ist.

Jeder Teil eines eigensicheren elektrischen Systems, der im explosionsgefährdeten Bereich verwendet wird, muss in die Kategorie ia oder ib eingeordnet sein. Dabei braucht das gesamte System notwendigerweise nicht einer einzigen Kategorie zugeordnet zu werden. Die Kategorien ia und ib werden im Kapitel Eigensicherheit „i“ ausführlich erklärt.

Weitere Informationen zu eigensicheren Stromkreisen enthält die EN 60 079-14 VDE 0165 Teil 1 „Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“.

Kopfleuchten für schlagwettergefährdete Grubenbaue

Schlagwettergeschützte Kopfleuchte mit Nickel-Cadmium-Batterie

EN 50 033 / VDE 0170/0171 Teil 14

In dieser Norm sind die Anforderungen an die Bauart und Prüfung von Kopfleuchten für den Einsatz in schlagwettergefährdeten Grubenbauen (elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche der Gruppe I) festgelegt.

Begriffe

Kopfleuchte

Betriebsmittel, bestehend aus Kopfstück, Verbindungskabel und aufladbarem(ren)/rer Sekundärelement(en) / Batterie in einem Behälter.

Konstruktive Anforderungen

Die Kopfleuchte muss so gebaut sein, dass

- die Nennspannung nicht größer als 6 V,
- der Strom, bei bestimmungsgemäßem Betrieb, nicht größer als 1,5 A,
- die Nennleistung der Lampe nicht größer als 6 W ist, und
- der Stromkreis sich so verhält, als ob er nur Wirkwiderstände enthielte. Dieser Stromkreis muss durch eine, den Anforderungen von EN 50 033 entsprechende im Betriebsmittel integrierte Schmelzsicherung geschützt sein.

Das Kopfstückgehäuse der Kopfleuchte muss als Schutz gegen das Eindringen von Staub und Wasser mindestens der Schutzart IP 54 entsprechen.
Der Verschluss des Kopfstückgehäuses muss als Sonderverschluss entsprechend EN 50 014 ausgeführt sein.

Die lichtdurchlässige Schutzscheibe des Kopfstückes muss den mechanischen Anforderungen entsprechend EN 50 014 gewachsen sein. Schutzscheibe und falls vorhanden Schutzgitter und Schutzrand dürfen nur nach Lösen des Sonderverschlusses abzunehmen sein.
Der Schalter für die Lampe(n) muss im Kopfstück angebracht sein.
Der Batteriebehälter muss als Schutz für die elektrischen Anschlüsse gegen das Eindringen von Staub und Wasser mindestens der Schutzart IP 54 entsprechen.
Die Schmelzsicherung muss so geschützt sein, dass es bei ihrem Abschmelzen nicht zur Zündung eines sie umgebenden Gemisches aus Luft und Gas (Methan oder Ladegas) kommt.

Die flexible Leitung zwischen Batteriebehälter und Kopfstück muss ein zentrales Tragorgan besitzen und eine fettsäurebeständige und flammwidrige Hülle aufweisen.

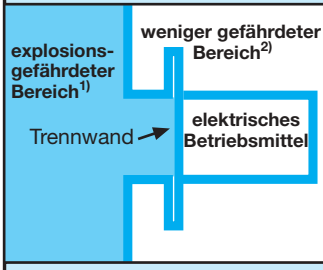
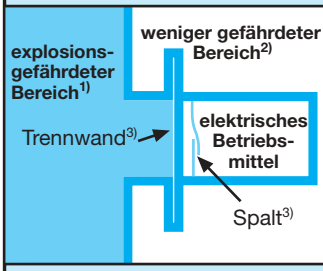
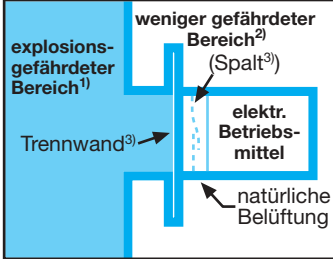
Zone 0-Betriebsmittel

„Spezielle Anforderungen an Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel der Gerätegruppe II Kategorie 1G"
EN 50 284 VDE 0170/0171 Teil 12-1
Diese europäische Norm legt detaillierte Anforderungen an Betriebsmittel der Gerätegruppe II Kategorie 1G fest. Die Betriebsmittel müssen so gestaltet sein, dass sie beim normalen Gebrauch ein sehr hohes Maß an Sicherheit gewährleisten. Kategorie-1-Betriebsmittel sind für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen vorgesehen, in denen explosionsfähige Gemische aus Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln kontinuierlich, langzeitig oder häufig auftreten. Diese Norm gilt auch für Betriebsmittel, die in die Trennwand zwischen unterschiedlich gefährdeten Bereichen montiert werden. Sie enthällt auch Anforderungen an Betriebsmittel, die außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches installiert, aber elektrisch an Betriebsmittel der Kategorie 1 angeschlossen werden (zugehörige Betriebsmittel).

Sie ergänzt die Normen EN 50 014 und EN 50 020 bis EN 50 028, um das Sicherheitsniveau das diese Normen vorsehen, an das sehr hohe Risiko anzupassen.

Um Zündgefahren die von elektrischen Stromkreisen der Betriebsmittel ausgehen können auszuschließen, muss das erforderliche Maß an Sicherheit, entweder bei Anwendung einer einzigen apparativen Schutzmaßnahme auch bei Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern gewährleistet sein, oder beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme durch eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme sichergestellt werden.
Als einzelne apparative Schutzmaßnahme sind zulässig:

- Betriebsmittel und Stromkreise entsprechend den Anforderungen von EN 50 020 Kategorie „ia" sowie
- Vergussgekapselte Betriebsmittel entsprechend den Anforderungen von EN 50 028 ergänzt um zusätzlichen Anforderungen dieser Norm.

Art der Konstruktion	Anforderungen in Abhängigkeit der Dicke t der Trennwand (i) $t \geq 3$ mm keine zusätzlichen Maßnahmen		
	(ii) 3 mm > $t \geq$ 1 mm	(iii) 1 mm > $t \geq$ 0,2 mm (X-Kennzeichnung)	(iv) $t <$ 0,2 mm (X-Kennzeichnung)
a) Trennwand			
	– genormte Zündschutzart und – betriebsmäßig keine zündfähigen Funken (z.B. keine offenen Schaltkontakte)	Zündschutzart Eigensicherheit Kategorie „ib“	nicht zulässig
b) Trennwand + Spalt			
	– genormte Zündschutzart		– genormte Zündschutzart und – betriebsmäßig keine zündfähigen Funken (z.B. keine offenen Schaltkontakte)
c) Trennwand + Belüftung			
	– genormte Zündschutzart	– genormte Zündschutzart und – flammendurchschlagsicherer Spalt (gestrichelt)	

1) Kategorie-1-Betriebsmittel erforderlich.
2) Kategorie-2-Betriebsmittel oder weniger erforderlich.
3) Flammendurchschlagsicherer Spalt und Trennwand können in der Reihenfolge vertauscht werden.

Kombinationen apparativer Schutzmaßnahmen

Elektrische Betriebsmittel müssen die Anforderungen zweier Normen der Reihe EN 50 014 bis EN 50 020 (ib) und EN 50 028 unabhängig voneinander erfüllen. Diese kombinierten genormten Zündschutzarten müssen auf unterschiedlichen physikalischen Schutzprinzipien beruhen. Sie müssen unabhängig voneinander überprüft werden können. Die nachfolgende Tabelle erläutert bei Einsatz von Trennelementen die möglichen Kombinationen von Trennwänden mit Zündschutzarten.

Die Betriebsmittel und deren Teile in Zone 0 müssen außerdem so gebaut sein, dass

- Zündquellen durch Schlag- und Reibfunken ausgeschlossen sind.
  Bei Betriebsmitteln mit betriebsmäßig bewegten Teilen dürfen an den möglichen Reib- oder Schlagstellen sowie an anderen zugänglichen Stellen keine Leichtmetalle verwendet werden.
- Zündgefahren durch gefährliche elektrostatische Aufladungen nicht auftreten können.
  Für Gehäuse oder Gehäuseteile aus Kunststoff gelten besondere Anforderungen.

Anschlusstechnik

Anschlüsse für Betriebsmittel und deren Teile in Zone 0 sind nach Möglichkeit außerhalb der Zone 0 anzuordnen.

Explosionsgeschützte Steckvorrichtung für Zone 2 und 22

Zündschutzart „n“ EN 50 021/VDE 0170/0171 Teil 16

Die Zündschutzart „n“ gilt für elektrische Betriebsmittel der Gerätekategorie 3G, bei der für den normalen Betrieb und bestimmte anormale Bedingungen erreicht wird, dass die Betriebsmittel nicht in der Lage sind, eine umgebene explosionsfähige Atmosphäre zu zünden. Diese Betriebsbedingungen werden vom Hersteller im Rahmen der elektrischen und mechanischen Auslegungsdaten festgelegt und müssen unbedingt vom Anwender berücksichtigt werden. Ziel dieser Zündschutzart ist es, einen wirtschaftlichen Kompromiss zwischen dem normalen Industriestandard und den hohen sicherheitstechnischen Anforderungen der Zündschutzarten für Betriebsmittel der Gerätekategorie 2G zu finden.

Allgemeine Anforderungen

Ähnlich wie bei den bereits bekannten Zündschutzarten der Gerätekategorie 2G müssen auch hier allgemeine Anforderungen (z.B. Oberflächentemperatur, Bauart, Verkabelung, Luft- und Kriechstrecken,...) an elektrische Betriebsmittel erfüllt werden.

Potentielle Zündquellen

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen nichtfunkenden Betriebsmitteln, die keine potentiellen Zündfunken im Normalbetrieb aufweisen und den Betriebsmitteln, die im Normalbetrieb Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen hervorrufen. Bei diesen Betriebsmittel, die grundsätzlich potentielle Zündquellen enthalten, müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden, damit sie sicher betrieben werden können.

Nichtfunkende Betriebsmittel

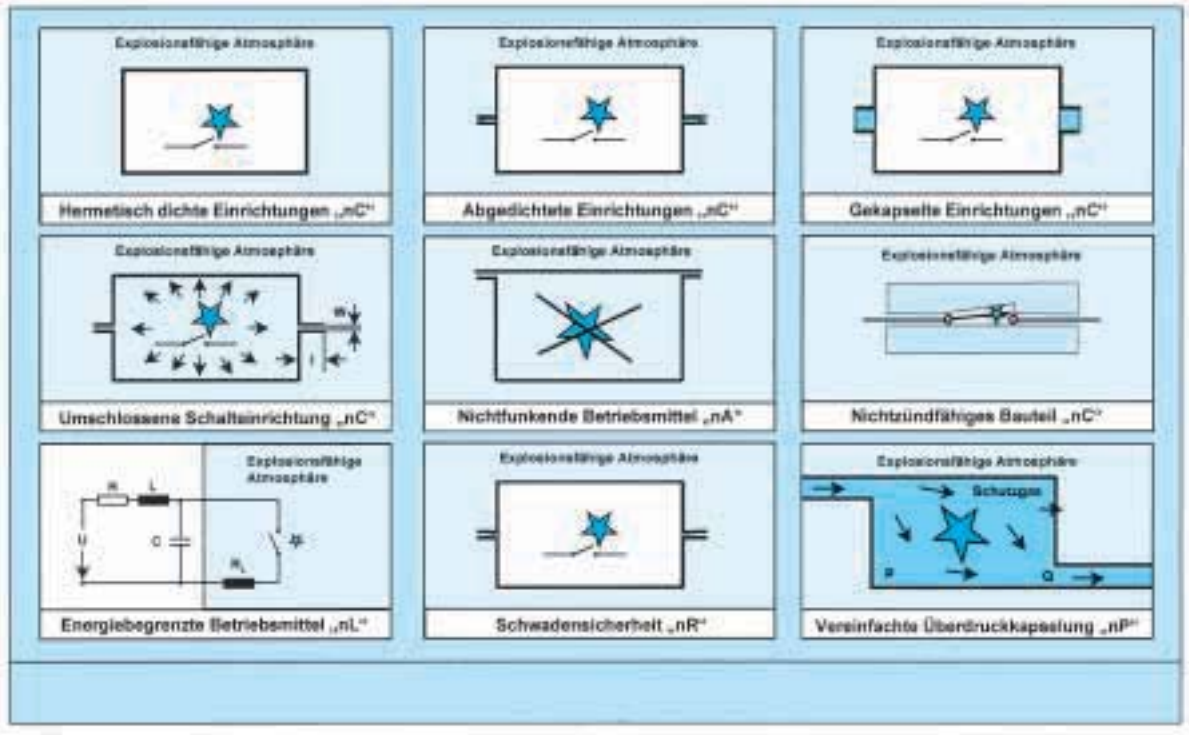
Bei nichtfunkenden Betriebsmitteln müssen in Abhängigkeit der Geräteausführung (z.B. elektrische Maschinen, Leuchten) zusätzliche Anforderungen erfüllt werden, damit während des normalen Betriebes keine potentiellen Zündquellen entstehen können. Gekennzeichnet werden diese Betriebsmittel neben der Gerätekategorie 3G als „nA“. Wobei die Buchstabenkombination für „nichtfunkende Betriebsmittel“ steht.

Betriebsmittel, die Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen beinhalten

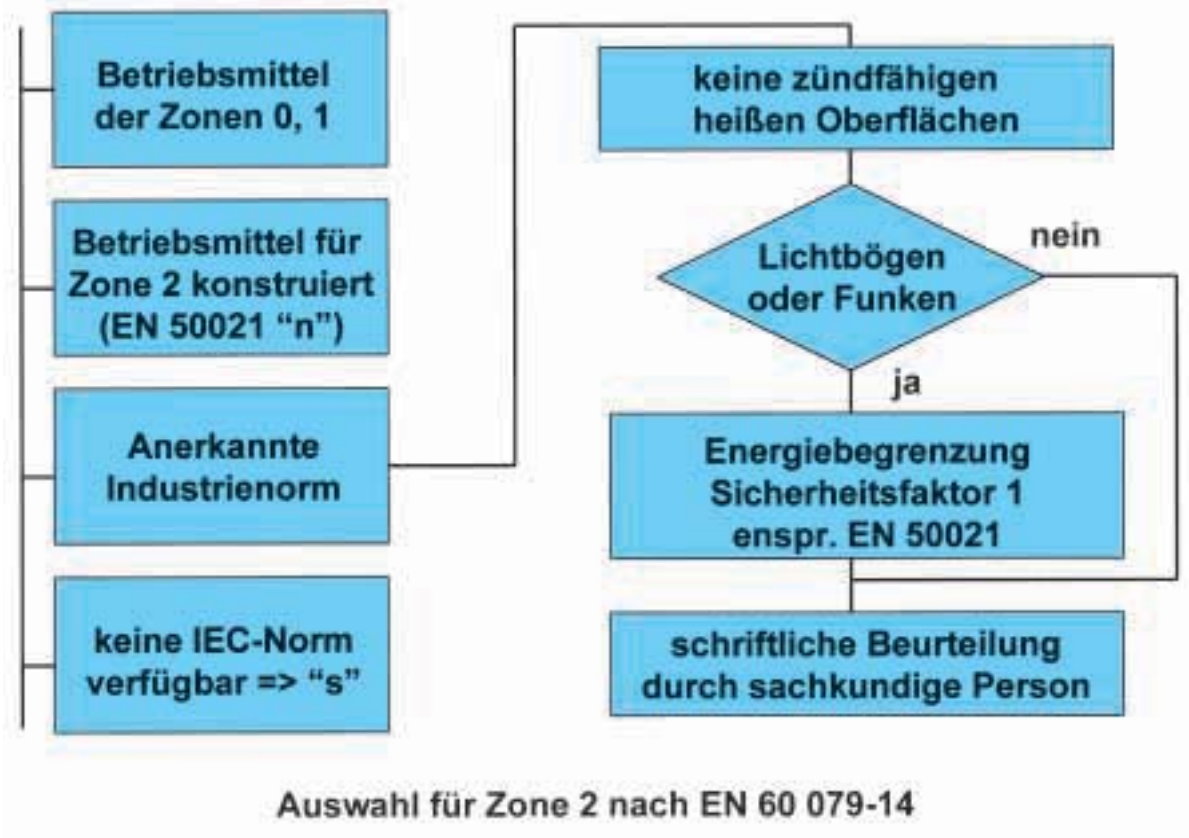
Die Betriebsmittel, die im normalen Betrieb Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen beinhalten, müssen durch zusätzliche Maßnahmen so gesichert werden, dass diese Zündquellen eine umgebende explosionsfähige Atmosphäre nicht entzünden können. Die hierzu notwendigen Maßnahmen sind an die bereits bekannten Zündschutzarten der Gerätekategorie 2G angelehnt, wobei die Anforderungen an das Sicherheitsniveau heruntergesetzt wurde. Natürlich können auch Geräteteile durch die Zündschutzarten der EN 50 014 geschützt werden. Eine Gruppe von zusätzlichen Maßnahmen besteht darin, durch die technische Konstruktion, in der Regel durch ein spezielles Gehäuse, die potentielle Zündquelle von der explosionsfähigen Atmosphäre sicher zu trennen beziehungsweise so zu konstruieren, dass ein Zünddurchschlag durch das Gehäuse nicht möglich ist. Die **„hermetisch dichten Einrichtungen“**, die **„abgedichteten Einrichtungen“**, und die **„gekapselten Einrichtungen“** basieren darauf, dass explosionsfähige Atmosphäre und potentielle Zündquelle sicher getrennt bleiben. Die **„umschlossenen Schalteinrichtungen“** sind an die bereits aus der EN 50 018 bekannte Zündschutzart „druckfeste Kapselung“ angelehnt. Bei dem **„nichtzündfähigen Bauteil“** wird eine Zündung durch konstruktive Maßnahmen unter Berücksichtigung der Gasart verhindert. Diese Gruppe von Maßnahmen wird mit **„nC“** gekennzeichnet, wobei die zulässige Gasart (IIA, IIB, IIC) mit angegeben werden muss. Das **„schwadensichere Gehäuse“** ist eine weitere zulässige Zündschutzmaßnahme die mit **„nR“** gekennzeichnet wird. Das Gehäuse ist so konstruiert, dass explosionsfähige Atmosphäre nur im eingeschränkten Maße eindringen kann. Die **„vereinfachte Überdruckkapselung“** ist an die bekannte Überdruckkapselung angelehnt, wobei hier Vereinfachungen zugelassen wurden. Gekennzeichnet sind diese Betriebsmittel mit **„nP“**.
Eine weitere Zündschutzmaßnahme ist das **„energiebegrenzte Betriebsmittel“** mit der Kennzeichnung **„nL“** und dem Zusatz für die geeignete Gasgruppe (IIA, IIB, IIC). Hier hat man sich unter Abschwächung der Sicherheitsfaktoren an die Zündschutzart Eigensicherheit angelehnt.

Dokumentation

Bedingt durch eine mögliche Kombination aus verschiedenen Zündschutzmaßnahmen der Gerätekategorie 3G wird dem Betreiber dringend empfohlen die zugehörige Dokumentation sorgfältig zu studieren, denn alle Sicherheitshinweise des Herstellers müssen zum Erhalt der Sicherheit befolgt werden.



Zündschutzarten „n“


Betriebsmittel der Zonen 0, 1
Betriebsmittel für Zone 2 konstruiert (EN 50021 “n”)
Anerkannte Industrienorm
keine IEC-Norm verfügbar => “s”
keine zündfähigen heißen Oberflächen
Lichtbögen oder Funken
nein
ja
Energiebegrenzung Sicherheitsfaktor 1 enspr. EN 50021
schriftliche Beurteilung durch sachkundige Person

Auswahl für Zone 2 nach EN 60 079-14

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbaren Stäuben

Ex-Installationsmaterial für Zone 1 und 21

Zündquellen

Brennbarer Staub kann durch elektrische Betriebsmittel auf mehrere Arten gezündet werden:

- durch Oberflächentemperaturen des Betriebsmittels über der Zünd- oder Glimmtemperatur des betreffenden Staubes. Die Temperatur, bei der ein Staub zündet, ist abhängig von den Eigenschaften des Staubes, ob er in Form einer Wolke oder Ablagerung vorhanden ist, von der Schichtdicke und von der Form der Wärmequelle;
- durch Funken an elektrischen Teilen wie Schalter, Kontakte, Kommutatoren, Bürsten oder ähnlichen;
- durch Entladung von gespeicherter elektrostatischer Energie;
- durch Strahlungsenergie (z.B. elektromagnetische Strahlung);
- durch mechanische Schlag- oder Reibfunken oder Erwärmung ausgehend von dem Betriebsmittel.

Zur Vermeidung der Zündgefahren ist es erforderlich, dass:

- die Temperatur von Oberflächen, auf denen sich Staub ablagern kann oder die mit einer Staubwolke in Berührung kommen können, unter den in EN 50281-1-2 festgelegten Grenztemperaturen gehalten wird;
- alle Teile mit elektrischen Funken oder mit Temperaturen über der Zünd- oder Glimmtemperatur des Staubes in ein Gehäuse eingeschlossen sind, welches das Eindringen von Staub in angemessener Weise verhindert, oder
- die Energie der elektrischen Stromkreise so begrenzt wird, dass Funken oder Temperaturen vermieden werden, die brennbaren Staub zünden könnten;
- alle anderen Zündquellen vermieden werden.

Elektrische Betriebsmittel zum Einsatz in Bereichen mit brennbarem Staub mit Schutz durch Gehäuse.

Konstruktion und Prüfung EN 50281-1-1 VDE 0170/0171 Teil 15-1-1

Diese europäische Norm gilt für Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse mit Begrenzung der Oberflächentemperatur. Sie enthält die Anforderungen an Bau, Konstruktion und Prüfung dieser elektrischen Betriebsmittel der Gerätegruppe II Kategorie 1, 2 und 3. Die Zündschutzart basiert auf der Begrenzung der maximalen Oberflächentemperatur des Gehäuses und auf der Einschränkung des Staubeintrittes durch die Verwendung von „staubdichten“ oder „staubgeschützten“ Gehäusen. Die Grundsätze dieser Norm können auch angewendet werden, wenn die Gefahr durch Fasern oder Flugstoffen hervorgerufen wird. Die Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln in Bereichen, die sowohl explosionsfähige Gase als auch brennbare Stäube – gleichzeitig oder getrennt – enthalten, bedarf zusätzlicher Schutzmaßnahmen.

Anforderungen an elektrische Betriebsmittel der Kategorien 1 und 2

Überwiegend sind die entsprechenden Anforderungen der EN 50014 zu erfüllen:
z.B. mechanische Festigkeit der Gehäuse, thermische Beständigkeit, thermische Schockprüfungen.
Darüber hinaus sind noch staubspezifische Anforderungen, die in der Norm EN 50281-1-1 beschrieben sind, zu beachten. Z.B ist bei Steckvorrichtungen sicherzustellen, dass kein Staub in die Steckdose fallen kann.
Diese Betriebsmittel müssen durch eine unabhängige Prüfstelle geprüft und bescheinigt werden.

Anforderungen an elektrische Betriebsmittel der Kategorie 3

Die Anforderungen an die Festigkeit ist auf das für Industriegeräte gefordete Maß reduziert. Jedoch ist zu beachten, dass bei der Auswahl von Werkstoffen der TI-Wert maßgebend ist. Verschlüsse die zur Aufrechterhaltung der Zündschutzart erforderlich sind, dürfen nur mit Werkzeug lösbar sein.

Kennzeichnung

Betriebsmittel der Kategorie 1 und 2:
Ex
Namen/Zeichen der Prüfstelle
Zulassungsnummer
1 oder 2 als Angabe der Kategorie
D für den Staubexplosionsschutz gefolgt von der maximalen Oberflächentemperatur T als Beiwert z.B. T 170°C

Betriebsmittel der Kategorie 3:
Ex
3 als Angabe der Kategorie
D für den Staubexplosionsschutz gefolgt von der maximalen Oberflächentemperatur T als Beiwert z.B. T 170°C

Weitere Normen oder Normvorhaben für den Staubexplosionschutz sind der nachfolgenden Tabelle (S. 41) zu entnehmen.

IEC 61241 Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub

IEC 61241-1 **Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse**	**IEC 61241-2** **Untersuchungsverfahren**	**IEC 61241-3** **Einteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen** prEN 61241-3:199X-XX	**IEC 61241-4** **Elektrische Betriebsmittel – Zündschutzart „p“ (pD)**	**IEC 61241-5** **Elektrische Betriebsmittel – Eigensichere Betriebsmittel**
IEC 61241-1-1 **Konstruktion und Prüfung** EN 50281-1-1:1998-09 DIN EN 50281-1-1 (VDE 0170/0171 Teil 15-1-1): 1999-10	**IEC 61241-2-1** **Verfahren zur Bestimmung der Mindestzündtemperatur von Staub** EN 50281-2-1:1998-09 DIN EN 50281-2-1 (VDE 0170/0171 Teil 15-2-1): 1999-11	E DIN IEC 31H/47/CDV (VDE 0170/0171 Teil 1505): 1995-05 [Vorgesehen als VDE 0165 Teil 102]	E DIN IEC 31H/67/CD (VDE 0170/0171 Teil 15-4): 1997-08 [Vorgesehen als VDE 0170/0171 Teil 15-4]	IEC 31H/84/CD [Vorgesehen als VDE 0170/0171 Teil 15-5]
IEC 61241-1-2 **Auswahl, Errichten und Instandhaltung** EN 50281-1-2:1998-09 DIN EN 50281-1-2 (VDE 0165 Teil 2): 1999-11	**IEC 61241-2-2** **Verfahren zur Bestimmung des elektrischen Widerstandes von Staubschüttungen** DIN EN 61241-2-2 (VDE 0170/0171 Teil 15-2-2): 1996-04	Anmerkungen: Schriftstücken, die maßgeblich bei IEC erarbeitet wurden, wird die Ziffer „6“ vorangestellt. Schriftstücken, die maßgeblich bei CENELEC erarbeitet wurden, wird die Ziffer „5“ vorangestellt. Schriftstücke in eckigen Klammern sind noch nicht veröffentlicht.		
	IEC 61241-2-3 **Verfahren zur Bestimmung der Mindestzündenergie von Staub/Luft-Gemischen** Ausgabe: 1994-09 [in Bearbeitung, Arbeiten verlagert in CEN/TC 305]			
	IEC 61241-2-4 **Verfahren zur Bestimmung der unteren Explosionsgrenze von Staub/Luft-Gemischen** [in Bearbeitung, Arbeiten verlagert in CEN/TC 305]			

Tabelle aus DIN EN 50281-1-1 (VDE 0170/0171 Teil 15-1-1): 1999-10, S. 3.

Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Pflichten des Herstellers

Der Hersteller muss die elektrischen Betriebsmittel, die zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen bestimmt sind, nach dem Stand der Technik und unter Berücksichtigung der allgemeinen und besonderen Bauvorschriften entwickeln.
Falls in den Normen gefordert sind die Prüfungen durch eine unabhängige Prüfstelle zu veranlassen. Die von der Prüfstelle ausgestellten Zulassungen und/oder die Herstellererklärungen sind dem Anwender zur Verfügung zu stellen.
Der Hersteller ist verpflichtet, jedes elektrische Betriebsmittel so zu fertigen, dass es den Prüfungsunterlagen und Prüfmustern entspricht.
Schließlich ist er auch verpflichtet, jedes gefertigte Stück eines explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittels einer **Stückprüfung** zu unterziehen und nach bestandener Stückprüfung entsprechend zu kennzeichnen. Sind bei der Verwendung des Betriebsmittels „**besondere Bedingungen**“ zu beachten, dann muss der Hersteller dem Errichter oder Betreiber diese Information in geeigneter Weise zusammen mit dem Betriebsmittel zur Verfügung stellen.

Pflichten des Errichters

Die elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen nach den gesetzlichen Vorschriften und dem Stand der Technik errichtet werden. Mit der Einführung der neuen ElexV vom 13. Dezember 1996 muss der Errichter für einen Übergangszeitraum (30.06.2003), je nach Anforderung die alte ElexV (Ausgabestand Januar 1994) oder die neue ElexV, wenn ein Gerät nach der ATEX Richtlinie vorliegt, anwenden.
Neben der vom Gesetzgeber bezeichneten Norm für die Errichtung, die VDE 0165 (1991-02) „Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ müssen auch die Regeln der Technik (VDE-Richtlinien) berücksichtigt werden.

Damit ist der Errichter verpflichtet, solche Betriebsmittel nach VDE 0165 ***Bestimmungen für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten*** und VDE 0100 ***Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt*** zu installieren. Soweit die Merkmale von VDE 0101 ***Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV*** und/oder VDE 0800 ***Fernmeldetechnik*** auf die Anlagen zutreffen, sind auch diese einzuhalten.

Ist der Errichter nicht gleichzeitig auch der Betreiber, so ist der Errichter auf Verlangen des Betreibers verpflichtet, eine **Installationsbescheinigung** auszustellen. Darin wird bestätigt, dass die elektrische Anlage den Anforderungen der ElexV entspricht. Liegt eine solche Bescheinigung vor, ist eine zusätzliche Prüfung durch den Betreiber vor der ersten Inbetriebnahme nicht mehr erforderlich.

Pflichten des Betreibers

Der Betreiber ist nach § 12 ElexV verpflichtet, die elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen seines Betriebes auf ihren ordnungsgemäßen Zustand durch eine Elektrofachkraft **prüfen** zu lassen und zwar

- **vor der ersten Inbetriebnahme** (kann entfallen, wenn eine Installationsbescheinigung vorliegt) und
- **in bestimmten Zeitabständen**.

Dabei muss der Betreiber im Hinblick auf die betrieblichen Anforderungen die Fristen so bemessen, dass entstehende Mängel rechtzeitig festgestellt werden. Die Prüfungen sind jedoch mindestens alle drei Jahre durchzuführen. Die Prüfung in bestimmten Zeitabständen kann nur dann entfallen, wenn die elektrischen Anlagen unter Leitung eines verantwortlichen Ingenieurs ständig überwacht werden. Auf Verlangen der zuständigen Behörde ist ein Prüfbuch mit bestimmten Eintragungen zu führen.
Der Betreiber ist nach § 13 ElexV verpflichtet, eine elektrische Anlage in explosionsgefährdeten Räumen in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten, ordnungsgemäß zu betreiben, ständig zu überwachen und notwendige Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen unverzüglich vorzunehmen.

Schließlich ist der Betreiber auch verpflichtet dafür Sorge zu tragen, dass die elektrische Anlage sachgemäß betrieben wird.

Der Betreiber muss jede Explosion, die durch den Betrieb der Anlage verursacht sein kann, der Aufsichtsbehörde anzeigen (§ 17 ElexV). Dies ist unabhängig davon, ob Schaden entstand oder nicht. Zündungen innerhalb druckfest gekapselter Betriebsmittel, die sich nicht auf die Umgebung fortsetzen, müssen nicht angezeigt werden.

Die Aufsichtsbehörde hat das Recht, auf Kosten des Betreibers die Vorlage eines besonderen Sachverständigengutachtens zu verlangen.

Anwendungsbeispiel: Ex-geschützte Betriebsmittel eines Öl-Terminals

Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen

Das Gutachten soll die Schadensursache und möglicherweise zusätzlich notwendige sicherheitstechnische Maßnahmen an der Anlage ermitteln.
Bevor eine elektrische Anlage in einem explosionsgefährdeten Bereich errichtet werden kann, muss der verantwortliche Anlagenbetreiber (Unternehmer) die Explosionsrisiken analysieren und beurteilen.
Die Beurteilung der Explosionsgefahr konnte bisher durchgeführt werden, wenn man die „Richtlinie für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung“, die Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL) anwendete. Zusätzlich zu dieser bisher nur in Deutschland gültigen Richtlinie existieren jetzt die europäischen Normen EN 1127-1 „Explosionsfähige Atmosphäre - Explosionsschutz,
Teil 1: Grundlagen und Methodik“ und EN 60079-10, die als deutsche Übersetzung im DIN VDE 0165 Teil 101 „Einteilung von gasexplosionsgefährdeten Bereichen“ veröffentlicht wurde.
Änderungen werden sich ergeben, wenn die am 16.12.1999 verabschiedete europäische Richtlinie (1999/92/EG) „Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können“ in nationales Recht umgesetzt wird.

Für die technische Ausführung der zu errichtenden Anlage sind die Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV) mit der national gültigen VDE 0165/2.91 sowie die zugehörige Normenreihe VDE 0170/0171 der Zündschutzarten und die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) mit ihren Technischen Regeln (TRbF) zu beachten. Im Rahmen der Harmonisierung liegt seit 8.98 die deutsche Übersetzung der Europanorm EN 60079-14 als deutsche Norm DIN VDE 0165 Teil 1 „Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 14: Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)“ vor. Für den Bereich Staub liegt die deutsche Übersetzung der EN 50281-1-2 als deutsche Norm DIN VDE 0165 Teil 2: „Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub; Teil 1-2: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse – Auswahl, Errichten und Instandhaltung“ in der Ausgabe von November 1999 vor.

Als weitere Quelle für die Errichtungsanforderungen müssen die nationalen Unfallverhütungsvorschriften (UVV) beachtet werden.

Alle bisher aufgelisteten Normen, Regelungen und Vorschriften für das Errichten von elektrischen Anlagen sind zusätzliche Anforderungen des Explosionsschutzes, denn man geht davon aus, dass die elektrische Anlage bereits allen sonstigen Gesetzen, Verordnungen und Regeln (Niederspannungsrichtlinie, Elektromagnetische Verträglichkeit, VDE 0100, ...) entspricht. Sollten Widersprüche oder Abweichungen in den Normen vorliegen, hat der Explosionsschutz Vorrang.

Für medizinische Bereiche gilt DIN VDE 0107. Für explosivstoffgefährdete Bereiche gilt DIN VDE 0166. Für den Betrieb elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen gilt DIN VDE 0105 Teil 9. Für das Errichten elektrischer Anlagen in Grubenbauen gilt DIN VDE 0118.
Für alle explosionsgefährdeten Bereiche sind weiterhin zu beachten:

DIN VDE 0100
DIN VDE 0101
DIN VDE 0800

Sicherheitsrelevante Kenndaten des explosionsgefährdeten Bereichs

Zunächst ist zu prüfen, ob brennbare Stoffe und in welcher Form (fest, flüssig, gasförmig, staubförmig,...) und bei welchen Betriebsbedingungen die Stoffe in der zu betrachtenden Anlage vorhanden sind. Wenn dann aufgrund der Verfahrensparameter eine Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre zu erwarten ist (primärer Explosionsschutz nicht möglich oder anwendbar), so wird der Anlagenbereich nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in Zonen eingeteilt. Eine Hilfestellung für die Zusammenstellung der benötigten sicherheitstechnischen Kennzahlen bieten die EX-RL (Abschnitt B 5.2) und die EN 60079-10: „Einteilung von gasexplosionsgefährdeten Bereichen“.

Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche

Befinden sich in einer Anlage brennbare Flüssigkeiten, so kann sich in Abhängigkeit von einer Grenztemperatur oberhalb dieser Flüssigkeit ein entflammbares Gasgemisch bilden. Diese Grenztemperatur (T_{fl}) nennt man Flammpunkt. Sie stellt einen wichtigen sicherheitstechnischen Grenzwert dar. In Tabellenwerken (Nabert und Schön) kann der Grenzwert von einer Vielzahl von Stoffen entnommen werden.

Methanol	Tfl =	11 °C
Phenol	T_{fl} =	82 °C
Benzin	T_{fl} =	-11 °C

Ist der Wert nicht bekannt, so kann man ihn in einer genormten Prüfeinrichtung bestimmen lassen (z.B. bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt -PTB- in Braunschweig).

Verhindern kann man die Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre (primärer Explosionsschutz) z.B. bei Methanol in einem Behälter dadurch, dass das Methanol immer unter 1-6 °C (bei Atmosphärendruck) gehalten wird. Bei dieser maximalen Temperatur unterhalb des Flammpunktes kann man davon ausgehen, dass sich keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann.

Als wesentliche Bedingung müssen die atmosphärischen Randbedingungen beachtet werden, denn nur hierfür sind in der Regel die einzusetzenden Geräte zugelassen und bescheinigt.

Abb. 1: Verbotsschild V2
„Feur, offenes Licht und Rauchen verboten

Abb. 2: Warnzeichen
„Warnung von explosionsfähiger Atmosphäre“

Unter atmosphärischen Bedingungen versteht man Drücke zwischen 0,8 bar und 1,1 bar sowie Gemischtemperaturen von -20 °C bis +60 °C einschließlich üblicher Beimischungen der Luft (z.B. Feuchte). Neben den atmosphärischen Bedingungen kann aber auch die Oberflächenstruktur den Flammpunkt beeinflussen.
In Abhängigkeit von der örtlichen Lüftung, der Druckverhältnisse, der Leckagerate und vielen anderen Parametern wird das Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre, die aus einem Gemisch aus Luft, brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln besteht, in Abhängigkeit von der Auftrittswahrscheinlichkeit durch folgende Zonen definiert:

Zone 0
Zone 0 umfasst Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln besteht, ständig, langzeitig oder häufig vorhanden ist.

Zone 1
Zone 1 umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen oder Nebeln gelegentlich auftritt.

Zone 2
Zone 2 umfasst Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums.

Für das Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre aus Luft und brennbaren Stäuben werden folgende Zonen definiert:

Zone 20
Zone 20 umfasst Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus Staub/Luft-Gemischen besteht, ständig, langzeitig oder häufig vorhanden ist.

Zone 21
Zone 21 umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Staub/Luft-Gemischen gelegentlich auftritt.

Zone 22
Zone 22 umfasst Bereiche, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch aufgewirbelten Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums.

Zur Vollständigkeit werden an dieser Stelle die alten Zonenfestlegungen für den Staubbereich aufgeführt, die noch während der Übergangszeit (max. bis 2006) weiter bestehen könnten.

Zone 10
Zone 10 umfasst Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre langzeitig oder häufig vorhanden ist.

Zone 11
Zone 11 umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gelegentlich durch Aufwirbeln abgelagerten Staubes gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kurzzeitig auftritt.

Anhand der Beispielsammlung der EX-RL oder aus der EN 60079-10 oder aus der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) mit ihren Technischen Regeln (TRbF) kann die Ausdehnung der einzelnen Zonen festgelegt und relativ einfach anhand eines Aufstellungsplanens dokumentiert werden. Bei der Festlegung der Bereiche sollte man geschickt vorgehen, so dass kein „Flickenteppich“ von unterschiedlichen Zonen entsteht. Dies kann im Einzelfall die Zuordnung der schärferen Zone für einen Teilbereich bedeuten. Im Hinblick auf eine einfache und sichere Instandhaltung wird ebenfalls eine einheitliche Grundinstallation empfohlen.

Nach dieser Festlegung sind die örtlichen Bereiche, in denen mit dem Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss, durch das Verbotsschild V2 „Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten“ (Abb.1) und durch das Warnzeichen „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“ (Abb. 2) gemäß VBG1, VBG125 bzw. nach DIN 40012 Teil 3 deutlich erkennbar und dauerhaft zu kennzeichnen.

Temperaturklasse – Explosionsgruppe

Die Temperaturklasse und die Explosionsgruppe sind stoffabhängige Kennwerte (sihe auch: Einteilung der elektrischen Betriebsmittel), die im Rahmen der Zoneneinteilung anhand der vorkommenden Stoffe dokumentiert werden. Entsprechend einer sinnvollen Zonenabgrenzung muss für eine Installation die relevante Temperaturklasse und Explosionsgruppe festgelegt werden. Hierbei muss immer der kritischste Parameter ausgewählt werden.

Atmosphärische Bedingungen

Alle bisher aufgeführten Richtlinien, Gesetze, Verordnungen und Normen gehen von explosionsfähiger Atmosphäre aus. Explosionsfähige Atmosphäre umfasst explosionsfähige Gemische von Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben mit Luft einschließlich der üblichen Beimischungen (z.B. Feuchte) unter atmosphärischen Bedingungen. Als atmosphärische Bedingungen gelten nach nationalen Richtlinien Gesamtdrücke von 0,8 bar bis 1,1 bar und Gemischtemperaturen von –20 °C bis +60 °C.
In der Regel basieren alle Normen auf diesem Grundsatz, da die standardisierten Prüfungen der Prüfinstitute auch nach den atmosphärischen Bedingungen prüfen.
In der Praxis gibt es Anwendungsfälle, bei denen die Grenzen der atmosphärischen Bedingungen überschritten werden, wie sie z.B. im Inneren von Verfahrenstechnischen Anlagen vorkommen. Unter diesen Bedingungen können sich auch einige sicherheitstechnische Parameter (Flammpunkt, Zündtemperatur) verändern.

Auswahl elektrischer Betriebsmittel

Mit der Zoneneinteilung und der Festlegung der kritischsten Temperaturklasse und Explosionsgruppe können jetzt die elektrischen Betriebsmittel ausgewählt werden.

Als oberster Grundsatz gilt, dass nur die unbedingt notwendigen elektrischen Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen installiert werden sollen.

Grundsätzlich müssen die Betriebsmittel so ausgewählt und installiert werden, dass sie hinreichend gegen äußere Einflüsse, die den Explosionsschutz beeinträchtigen könnten (z.B. chemische Einflüsse (Lösungsmittel), Feuchtigkeit (Spritzwasser, Kondenswasser) oder Schwingungen geschützt sind.

Bedingt durch die Gültigkeit der ATEX-Richtlinie muss bei der Auswahl sehr genau darauf geachtet werden, nach welcher Rechtsgrundlage das Betriebsmittel in Verkehr gebracht wird.

Betriebsmittel vor Gültigkeit der ATEX Richtlinie (Richtlinie 94/9/EG)

Diese Betriebsmittel werden zurzeit noch überwiegend angeboten und dürfen bis zum 30. Juni 2003 weiter in Verkehr gebracht werden. Nachfolgend werden die Merkmale beschrieben, die sich durch die Einführung der ATEX Richtlinie geändert haben.

Bei Auslieferung des Gerätes nach altem Recht müssen die Bedingungen nach § 8 ElexV (alt) erfüllt sein. Danach muss neben der Baumusterprüfbescheinigung das Gerät mit dem sechseckigen Ⓔx gekennzeichnet sein. Außerdem benötigt das Gerät ggf. einen besonderen Hinweis in der Baumusterprüfbescheinigung, dass es in der Zone 0 oder 10 eingesetzt werden kann. Als Dokumentation muss beim Betreiber der Anlage die Baumusterprüfbescheinigung vorliegen (§ 8 ElexV alt). Sollte sich aus der Baumusterprüfbescheinigung ergeben, dass besondere Bedingungen berücksichtigt werden müssen, so ist die Bescheinigung „vor Ort“ aufzubewahren, damit die Betriebsfachkräfte jederzeit den Inhalt der Bescheinigung berücksichtigen können (§ 14 ElexV alt).
Für die Zonen 2 und 11 entfallen diese Kennzeichnungspflichten. Die Anforderungen an Betriebsmittel für die Zone 2 und 11 sind in der VDE 0165/02.91 beschrieben. Für die Zone 2 ist ein wesentliches formales Kriterium erfüllt, wenn der Hersteller des Betriebsmittels nach Erfüllung der Anforderungen erklärt, dass das Betriebsmittel in der Zone 2 eingesetzt werden darf. Dies kann z.B. durch einen Eintrag im Katalog geschehen. Sollte bei diesen Betriebsmitteln die maximale Oberflächentemperatur von 80 °C überschritten werden, so muss die maximale Oberflächentemperatur angegeben werden, damit der Errichter die Temperaturklasse berücksichtigen kann.

Betriebsmittel nach ATEX Richtlinie (Richtlinie 94/9/EG)

Wird ein Betriebsmittel nach ATEX Richtlinie ausgeliefert, so muss es ebenfalls mit dem sechseckigen Epsilon-x gekennzeichnet sein. Zusätzlich muss das CE-Kennzeichen aufgebracht sein. An dieser Stelle sei angemerkt, dass es auch Geräte nach altem Recht mit der Kennzeichnung CE gibt, nämlich dann, wenn es bereits einem anderen bereits harmonisierten Rechtsbereich (z.B. EMV, Maschinen Richtlinie) unterliegt. Neu ist die Kennzeichnung des Gerätes mit der Gerätekategorie. Für die Gerätegruppe II (Gerätegruppe I = untertägige Bergwerke, sowie deren Übertageanlagen; Gerätegruppe II = übrige Bereiche) geschieht dies in Verbindung mit der Kategorienummer und dem Buchstaben G (GAS) für Gase oder D (DUST) für Stäube:

1G für Zone 0, 1, 2	1D für Zone 20, 21, 22
2G für Zone 1, 2	2D für Zone 21, 22
3G für Zone 2	3D für Zone 22 (bei leitfähigen Stäuben ist 2D zu verwenden)

Eine weitere Neuerung ist in der zum Betriebsmittel gehörende Dokumentation zu sehen. Die Baumusterprüfbescheinigung ist nicht mehr verpflichtender Bestandteil der Dokumentation.

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter müssen eine Konformitätserklärung abgeben, in der sie die Konformität des Betriebsmittels mit den geltenden Bestimmungen erklären. Darüber hinaus muss der Hersteller eine Betriebsanleitung in einer Gemeinschaftssprache, sowie, falls erforderlich, in der Sprache des Verwendungslandes erstellen.
Ein Aspekt der Betriebsanleitung ist die Beschreibung der bestimmungsgemäßen Verwendung. Der neue Aspekt liegt in der Beschreibung aller notwendigen Sicherheitshinweise (z.B. aus der Baumusterprüfbescheinigung) und aller Angaben zur sicheren Verwendung. Der Betreiber des Betriebsmittels muss diese Betriebsanleitung vollständig beachten, da sonst das Betriebsmittel seine Zulassung verliert.

Auswahl der Betriebsmittel nach Temperaturklassen

Wie bereits in einem vorherigen Abschnitt beschrieben, wird einem entzündbaren Stoff (z.B. Schwefelwasserstoff) aufgrund seiner Zündtemperatur (Tz= 270 °C) eine Temperaturklasse (T3) zugeordnet. Als Betriebsmittel dürfen für dieses Beispiel nur Geräte mit der Temperaturklasse T3 bis T6 eingesetzt werden. Damit kann die maximale Oberflächentemperatur des Betriebsmittels die sie umgebende explosionsfähige Atmosphäre nicht entzünden.

Bei der Ermittlung der Temperaturklasse der Betriebsmittel geht man in der Regel von einer Umgebungstemperatur von -20 °C bis +40 °C aus. Soll das Betriebsmittel bei einer anderen (meist höheren) Umgebungstemperatur eingesetzt werden, so muss dieses Betriebsmittel hierfür ausgelegt, bescheinigt und entsprechend gekennzeichnet sein. Bei einigen Geräten wird ein Temperaturklassenbereich (z.B. T4 -T3) angegeben. Hier muss z.B. der Einfluss des Mediums (Messmedium) auf die maximale Oberflächentemperatur und somit auf die Temperaturklasse berücksichtigt werden. In der Baumusterprüfbescheinigung bzw. in der Bedienungsanleitung wird der Zusammenhang von Messmedium mit der Temperaturklasse angegeben. Der Errichter und später der Betreiber sind für die richtige Auswahl und Einhaltung der Temperaturklasse verantwortlich.

Grundlegende Errichtungsanforderungen

Für das Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen gelten grundsätzlich die VDE Bestimmungen DIN VDE 0100, 0101,.... usw. und zusätzlich die DIN VDE 0165 mit dem zurzeit gültigen Ausgabestand von Februar 1991. Dies ist eine rein nationale Errichtungsnorm, die über die ElexV (6. Bek. des BMA vom 18. Februar 1998-IIIb5-35471-) bezeichnet ist. Im Rahmen der Harmonisierung liegt die europäische Norm EN 60 079-14 für die Errichtung elektrischer Anlagen in gasexplosionsgefährdeten Bereichen die DIN VDE 0165 Teil 1 „Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche Teil 14: Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ausgenommen Grubenbaue)“ seit August 1998 zusätzlich als DIN Norm vor. Im folgenden wird versucht, in den einzelnen Abschnitten auch auf die Unterschiede der verschiedenen Errichtungsnormen VDE 0165 (= VDE 0165 - 1/92) und EN 60 079-14 (= DIN VDE 0165 Teil 1 - 8/98) einzugehen.

Berührungsschutz

Bereits bei der VDE 0100 sind Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren gefordert. Beim Explosionsschutz liegt das Schutzziel darin, möglichst jegliche Bildung von Funken durch Berührung mit blanken aktiven Teilen (ausgenommen eigensichere Teile) zu verhindern. Für den Schutz gegen indirektes Berühren sind ähnlich lautende Maßnahmen in der VDE 0165 und in der EN 60 079-14 für die einzelnen Netzformen aufgelistet.

Potentialausgleich

Nach VDE 0165 und EN 60 079-14 ist innerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen zur Vermeidung zündfähiger Funken ein Potentialausgleich erforderlich. So müssen alle leitfähigen Teile, die zur Konstruktion bzw. Installation gehören und bei denen mit einer Potentialverschiebung zu rechnen ist, in den Potentialausgleich mit eingebunden werden.

Beispiel für zusätzlichen Potentialausgleich:
- über Kompensatoren (nichtleitend) isolierte Rohrleitungen
- isolierte Dichtungsscheiben

nicht eingebunden werden müssen:
- leitende Fensterrahmen
- leitende Türrahmen

Gehäuse brauchen nicht zusätzlich an den Potentialausgleich angeschlossen zu werden, wenn sie durch ihre Befestigung sicheren Kontakt zu Anlagenteilen haben, die ihrerseits in den Potentialausgleich eingebunden sind.

Blitzschutzanlage

In der VDE 0165 wird auf die Notwendigkeit (siehe auch EX-RL, TRbF) einer funktionsfähigen Blitzschutzanlage hingewiesen. Die einzelnen Anforderungen können der VDE 0185 Teil 2 entnommen werden. In der EN 60 079-14 wird das Schutzziel formuliert, dass die Auswirkungen von Blitzeinschlägen auf ein ungefährliches Maß reduziert werden müssen. Lediglich für eigensichere Stromkreise der Zone 0 werden Angaben für Mindestwerte angegeben.

Elektrostatische Aufladung

In den Errichtungsnormen werden gegen die statische Aufladung lediglich die Schutzziele formuliert:
Elektrische Anlagen müssen so errichtet werden, dass Zündgefahren durch elektrostatische Aufladung nicht zu erwarten sind.

Elektrostatische Aufladung ist die Folge von Trennvorgängen, an denen mindestens ein aufladbarer Stoff beteiligt ist. Die Entladung von aufgeladenen Teilen aus nichtleitenden Stoffen (z.B. Kunststoffen) vollzieht sich meist durch Büschelentladungen, die zündfähig sein können. Bei schnellen Trennvorgängen (z.B. Abziehen von Folien über Walzen, Treibriemen) sind Gleitstielbüschelentladungen möglich, die sehr energiereich und somit zündfähig sind.

In der Zone 0 müssen zündfähige Entladungen auch unter Berücksichtigung seltener Betriebsstörungen ausgeschlossen werden. In der Zone 1 dürfen bei sachgemäßem Betrieb und bei zu erwartenden Störungen keine zündfähige Entladungen auftreten. In der Zone 2 sind Maßnahmen gegen Entladungen notwendig, wenn sie häufig auftreten. Ein Ableitwiderstand von 10^6 Ω wird elektrostatisch als ausreichend angesehen.

Bei zertifizierten Geräten kann man davon ausgehen, dass eine elektrostatische Aufladung hinreichend vermieden wird. Bei der Installation von anderen Anlagenteilen ist der Errichter verantwortlich.

Elektrische Schutz- und Überwachungseinrichtungen

Unter elektrischen Schutz- und Überwachungseinrichtungen werden Überstromauslöser, Sicherheitstemperaturbegrenzer, Druckschalter und vieles mehr verstanden, welche nach Auslösung das Anlagenteil in allen Außenleitern abschalten. Die Einrichtungen dürfen das Anlagenteil nicht automatisch wieder zuschalten. Beim Wiedereinschalten oder Entriegeln muss sichergestellt sein, dass die Schutzeinrichtung funktionsfähig bleibt. Anstelle einer Abschaltung genügt ein Warnsignal, wenn infolge der Abschaltung eine Gefahrenausweitung zu erwarten ist. In der EN 60 079-14 wird zusätzlich gefordert, dass Maßnahmen festgelegt werden müssen, die in diesem Fall unverzüglich Abhilfe schaffen.

Notabschaltung

Nach VDE 0165 müssen elektrische Betriebsmittel, deren Weiterbetrieb bei Störungen zu Gefahren bzw. Ausweitungen von Bränden führt, durch eine Notabschaltung von sicherer Stelle ausgeschaltet werden können (z.B. ein Pumpenmotor deren Pumpe brennbare Flüssigkeit in einen gefährdeten Bereich pumpt). Auf die Notabschaltung darf in der Zone 2 verzichtet werden. Nach EN 60 079-14 werden allgemeinere Forderungen gestellt. Hier muss von sicherer Stelle die „Versorgung des explosionsgefährdeten Bereichs“ abgeschaltet werden können, wobei elektrische Betriebsmittel zur Vermeidung zusätzlicher Gefahren weiterbetrieben werden müssen und damit von getrennten Stromkreisen versorgt werden müssen. Zusätzlich wird zu jedem Stromkreis (oder jeder Gruppe) eine Trennvorrichtung mit Kennzeichnung des Stromkreises gefordert.

Kabel und Leitungen

Grundsätzlich müssen Kabel und Leitungen so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden mechanischen, elektrischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen standhalten. Nachdem die Art der Beanspruchung und der Einsatzort geklärt sind, kann Kabel- und Leitungstyp nach den Randbedingungen der VDE 0165 Kap. 5.6.1-2 ausgewählt werden.

Nicht im Erdreich oder in sandgefüllten Kanälen verlegte Kabel müssen gegen Brandverschleppung geschützt werden oder es muss das Brennverhalten nach DIN VDE 0472 Teil 804, Prüfart B nachgewiesen werden. Durchführungen für Kabel und Leitungen zu nicht explosionsgefährdeten Bereichen müssen ausreichend dicht verschlossen sein (z.B. Sandtassen, Mörtelverschluss).
Nicht benutzte Öffnungen an elektrischen Betriebsmitteln für Kabel- und Leitungseinführungen müssen gemäß DIN EN 50014 verschlossen sein.

An den Stellen, an denen besondere Beanspruchungen an Kabel und Leitungen auftreten, müssen diese besonders geschützt werden (z.B. Schutzrohre). Es dürfen jedoch keine geschlossenen Rohrsysteme verlegt werden, es sei denn, sie sind durch die besondere Bauart (z.B. US-Norm) für explosionsgefährdete Bereiche geeignet.

Zusatzanforderungen

Neben den bereits beschriebenen grundsätzlichen Anforderungen gibt es je nach Zündschutzart oder Betriebsmittelart weitere Anforderungen.

Anlagen mit eigensicheren Stromkreisen

Schutzprinzip der Zündschutzart Eigensicherheit ist, dass in einem installierten Stromkreis die auftretende Energie immer kleiner ist als die Zündenergie der möglichen umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre. Damit kann es nicht zu einer Entzündung der explosionsfähigen Atmosphäre kommen.

Ein eigensicherer Stromkreis besteht aus dem eigensicheren Betriebsmittel, welches im explosionsgefährdeten Bereich angeordnet ist, und dem zugehörigen Betriebsmittel, welches die Trennung vom eigensicheren- und nichteigensicheren Stromkreis realisiert. Das zugehörige Betriebsmittel wird im nicht explosionsgefährdeten Bereich angeordnet. Beide Betriebsmittel sind durch Kabel miteinander verbunden.

Auswahl der eigensicheren Betriebsmittel

Bei der Errichtung des eigensicheren Stromkreises (mit nur einem zugehörigen Betriebsmittel) muss sichergestellt sein, dass einschließlich der Kabel und Leitungen die für den Stromkreis höchstzulässigen Werte (z.B. Induktivität, Kapazität) nicht überschritten werden.

Eigensichere elektrische Betriebsmittel brauchen keine Typprüfung und Kennzeichnung nach EN 50020, wenn sie keine Spannungsquelle enthalten und wenn die eindeutige Kenntnis der Kenndaten (R,L,C) und das Erwärmungsverhalten bekannt sind. Dies gilt zum Beispiel für:

- Schalter
- Steckvorrichtungen
- Klemmenkästen
- Messwiderstände
- einzelne Halbleiterbauelemente
- Spulen
- Kondensatoren
- elektrische Wegfühler nach DIN 19234

Diese Betriebsmittel müssen jedoch den Baubestimmungen von EN 50020 entsprechen und müssen eindeutig identifizierbar sein.

Als weiteres Auswahlkriterium müssen die Temperaturklasse und die Explosionsgruppe der explosionsfähigen Atmosphäre berücksichtigt werden.

Für die Zone 1 dürfen zugehörige Betriebsmittel mit der Kennzeichnung i_a oder i_b eingesetzt werden. Für die Zone 0 benötigt man nach alter ElexV eine besondere Bestätigung in der Baumusterprüfbescheinigung und die Ausführung als i_a -Stromkreis mit erhöhtem Sicherheitsniveau.

Besondere Bedingungen in eigensicheren Stromkreisen

Vor der Installation von eigensicheren Stromkreisen sind unbedingt die besonderen Bedingungen der Baumusterprüfbescheinigung (X-Bescheinigung) bzw. der Betriebsanleitung zu berücksichtigen. Hier werden oft zusätzliche Forderungen an die Installation und Erdung gestellt.

Kabel und Leitungen für eigensichere Stromkreise

Für Kabel und Leitungen in eigensicheren Stromkreisen werden grundsätzlich gefordert:

- nur isolierte Kabel und Leitungen
- Prüfspannung: Leiter-Erde-Schirm min. 500V AC
- feinädrige Leiterenden - Adernhülsen
- Leiterdurchmesser > 0,1mm (auch bei feindrähtigen Leitern)
- Schutz gegen elektromagnetische Einkopplung
- Aderleitungen von eigensicheren und nicht-eigensicheren Stromkreisen dürfen nicht gemeinsam geführt werden
- mechanischer Schutz

Kabel und Leitungen eigensicherer Stromkreise müssen gekennzeichnet sein. Werden Mäntel oder Hüllen durch Färbung gekennzeichnet, so ist als Farbe hellblau zu wählen. Für andere Zwecke dürfen derart gekennzeichnete Kabel und Leitungen an dieser Stelle nicht verwendet werden.

Zusammenschaltung eigensicherer Stromkreise

Bei der Zusammenschaltung von eigensicheren Stromkreisen mit mehr als einem zugehörigen Betriebsmittel muss die Eigensicherheit auch im Störungsfall sichergestellt und rechnerisch nachgewiesen werden.

Weitere Informationen

Die CEAG Apparatebau Hundsbach GmbH & Co. KG bietet in der Broschüre „Ex-Schutz- und MSR-Technik – Leitfaden für den Praktiker“ von Dipl.-Ing. Wolfgang Gohm weitere Informationen zum Thema Eigensicherheit.

Elektrische Maschinen

Die meisten explosionsgeschützten Motoren sind in der Zündschutzart erhöhte Sicherheit ausgeführt. Elektrische Maschinen sind gegen unzulässige Erwärmung infolge Überlast zu schützen. Als Schutzeinrichtung kommen in Betracht:

a) Überstromschutzeinrichtungen mit stromabhängig verzögerter Auslösung
b) Temperaturüberwachung mit Hilfe von Temperaturfühlern
c) andere Einrichtungen in gleichwertiger Art und Weise

Soll der Überlastschutz bei einer Ex-e-Maschine ausschließlich durch eine Temperaturüberwachungseinrichtung vorgenommen werden, so muss die Ausführung der Maschine hierfür besonders geprüft und bescheinigt sein. Stromüberwachte Motoren dürfen im allgemeinen nur im Dauerbetrieb mit leichten und nicht häufig wiederkehrenden Anläufen verwendet werden. Elektrische Motoren mit variabler Drehzahl müssen:

a) bei Ausführung in der Zündschutzart erhöhte Sicherheit „e" als eine Einheit mit dem Umrichter bescheinigt sein,
b) bei Ausführung in der Zündschutzart druckfeste Kapselung „d" mit einem Umrichter betrieben werden, wenn dies in der Baumusterprüfbescheinigung so festgelegt ist.

Heizeinrichtungen

Elektrische Heizeinrichtungen müssen von einem Sachverständigen abgenommen werden, wenn sie nicht als Ganzes bescheinigt sind.

Leuchten

Für die Bestückung von Leuchten dürfen nur die Lampen verwendet werden, die vom Hersteller in der Dokumentation (Typenschild) angegeben sind.

Instandhaltung explosionsgeschützter Betriebsmittel

Bei Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen hängt die Sicherheit von Menschen und Anlagen in erhöhtem Maße von der strengen Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften ab. Betriebsleitung, Betriebs- und Instandhaltungspersonal müssen optimal zusammenarbeiten, um ein Höchstmaß an Sicherheit zu gewährleisten. Das Wartungspersonal, das in solchen Anlagen arbeitet, trägt deshalb eine besondere Verantwortung. Voraussetzung dafür ist die genaue Kenntnis der geltenden Vorschriften und Bestimmungen. Nachfolgend eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Sicherheitsmaßnahmen.

Vorschriften, Bestimmungen und Verordnungen

Für das Errichten und Betreiben elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen beachtet werden:

- Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElexV),
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Geräten und Schutzsystemen für explosionsgefährdete Bereiche – Explosionschutzverordnung (ExVO)
- Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliederstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (94/9/EG)
- Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (1999/92/EG)
- Explosionsschutz-Regeln (EX – RL) mit Beispielsammlung der BG-Chemie
- Richtlinien zur Vermeidung von Zündgefahren in Folge elektrostatischer Aufladungen vom Hauptverband der Berufsgenossenschaften
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (VBG4)
- Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)
- Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF).

Grundsätzlich gelten für das Errichten elektrischer Anlagen folgende VDE-Bestimmungen:

- VDE 0100, 0101, 0107, 0113, 0141, 0185, 0190, 0800 Teil 1 – 4.

Zusätzlich müssen für explosionsgefährdete Bereiche folgende VDE- Bestimmungen berücksichtigt werden:

- VDE 0165 (2/91), VDE 0165-1, VDE 0165-2, und die VDE 0170/171 (alle Teile).

Für Betrieb und Wartung vorhandener Anlagen gilt:

- VDE 0105 Betrieb von Starkstromanlagen
  - Teil 1 Allgemeine Festlegungen
  - Teil 9 Zusatzfestlegungen für explosionsgefährdete Bereiche.

Besondere Sicherheitsmaßnahmen

Bei allen Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen muss sichergestellt werden, dass weder zündfähige Funken noch zu heiße Oberflächen entstehen, die in Verbindung mit der explosionsfähigen Atmosphäre zu einer Explosion führen.

Vermeidung von Funkenbildung

Bei den eingesetzten elektrischen Betriebsmitteln sorgen deren Zündschutzarten dafür, dass zündfähige Funken oder heiße Oberflächen nicht mit der explosionsfähigen Atmosphäre zusammentreffen. Zum Messen elektrischer Größen dürfen nur explosionsgeschützte Messgeräte eingesetzt werden. Oft wird die Frage gestellt, ob man freigeschaltete Betriebsmittel auch mit nicht explosionsgeschützten Messgeräten auf Spannungsfreiheit überprüfen darf. Diese Frage ist eindeutig mit **nein** zu beantworten, denn der Gesetzgeber hat eindeutig festgelegt, dass in explosionsgefährdeten Bereichen grundsätzlich **nur explosionsgeschützte Betriebsmittel** verwendet werden dürfen. Auch beim An- und Abklemmen von Kabeln kann es zu zündfähigen Funken kommen, ohne dass eine Spannungsquelle angeschlossen wurde. Gründe hierfür können mögliche Energiespeicher der elektrischen Anlage sowie äußere Einflüsse wie Induktion oder elektromagnetischer Felder sein. Die Elektrofachkraft muss sich zu jeder Zeit im Klaren sein, ob mit zündfähigen Funken zu rechnen ist. Eine weitere Gefahrenstelle, an der zündfähige Funken entstehen können, ist die Entladung von statischer Aufladung. Elektrostatische Aufladung entsteht durch Trennvorgänge mit mindestens einem leitfähigen Stoff. Jedem sind Vorgänge bekannt, wie z.B. wenn Folien von Walzen abgezogen werden, Kunststoffgebinde entleert oder nichtleitende Flüssigkeiten mit hoher Geschwindigkeit gefördert werden. Die durch diese Aufladungen mögliche Funkenbildung muss je nach vorhandener Zone abgestuft verhindert werden. Höchste Anforderungen werden dabei in der Zone 0 und 20 gestellt. Hier muss sichergestellt werden, dass keine Entladung, auch bei seltenen Störungen, vorkommen kann. In den Zonen 1 und 21 dürfen Entladungen, auch bei zu erwartenden Störungen, nicht auftreten. Maßnahmen gegen Entladung in den Zonen 2 und 22 sind dann notwendig, wenn sie häufig auftreten. Wirkungsvolle Maßnahmen gegen statische Aufladung sind, wenn man den nichtleitenden Stoff im Sinne der Elektrostatik leitfähig macht. Dies erreicht man z.B. durch Einbringen von Rußteilchen in den nichtleitenden Stoff. Der so erzielte Oberflächenwiderstand besitz elektrische Isolationseigenschaften von 10^6 Ω bis 10^8 Ω, ist aber elektrostatisch leitfähig, so dass sich keine zündfähigen Funken bilden können. Eine weitere Gefahrenstelle ist die falsche Kleidung der Mitarbeiter. Durch einen hohen Anteil von Kunstfasern in der Arbeitskleidung und in Verbindung mit isolierenden Gummisohlen können sich auch Personen elektrostatisch so hoch aufladen, dass es zu einem zündfähigen Funken bei einer Entladung durch eine Berührung mit einem geerdeten Anlagenteil

kommen kann. Auch bei der Verwendung von handgeführtem Werkzeug muss eine mögliche Funkenbildung berücksichtigt werden. Man unterscheidet hier zwei Arten von Werkzeugen. Werkzeuge, bei deren Benutzung nur ein einzelner Funke entstehen kann wie z.B. bei Schraubendreher oder Schraubenschlüssel, und den Werkzeugen, bei deren Benutzung ein Funkenregen wie bei Trenn- und Schleifarbeiten entstehen kann. Generell dürfen in den Zonen 0 und 20 keine Werkzeuge eingesetzt werden, die Funken erzeugen können. In den Zonen 1 und 2 dürfen nach EN 1127 nur Stahlwerkzeuge eingesetzt werden, bei denen nur ein einzelner Funke entstehen könnte, wenn in diesem Bereich keine Stoffe der Explosionsgruppe IIC vorhanden sind. In den Zonen 21 und 22 sind Stahlwerkzeuge, die einen einzelnen Funken hervorrufen könnten, zulässig. Werkzeuge, die Funkenregen erzeugen, dürfen grundsätzlich nur in Verbindung mit einem Erlaubnisschein verwendet werden, wenn sichergestellt ist, dass für die Arbeitszeit keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist. Im Erlaubnisschein müssen entsprechende Sicherheitsmaßnahmen festgeschrieben werden.

Erlaubnisschein

(Muster siehe Anhang 4)
Viele Arbeiten wie das Benutzen von Werkzeugen, die Funkenregen erzeugen, Brenn- und Schweißarbeiten, die Benutzung von nicht explosionsgeschützten Messeinrichtungen zur Störungssuche oder Instandsetzungsarbeiten bei verschiedenen Zündschutzarten dürfen nur dann in explosionsgefährdeten Bereichen durchgeführt werden, wenn gleichzeitig keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist. Nachdem Maßnahmen (Primärer Explosionsschutz) getroffen worden sind, damit im Arbeitsbereich keine explosionsfähige Atmosphäre auftritt, prüft der Betriebsleiter oder sein Beauftragter die Wirksamkeit der getroffenen Vorkehrungen und stellt durch geeignete Maßnahmen sicher, dass auch während der Arbeit keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Vor Arbeitsaufnahme wird in der Regel die Atmosphäre mit einem kalibrierten, explosionsgeschützten und für die zu detektierenden Gasart geeigneten Gas-Warngerät überprüft.
Der Betriebsleiter stellt nun eine schriftliche Freigabe (Erlaubnisschein) für die notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen aus, bei denen zündfähige Funken möglich sind. In diesem Dokument werden Ort, Beginn, Dauer und Art der notwendigen Schutzmaßnahmen festgelegt. Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind immer dann erforderlich, wenn eine erneute Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden kann. Mit Hilfe von Gaswarngeräten lassen sich herannahende Schwaden explosionsfähiger Atmosphäre erkennen, wenn sie entsprechend der Gasart (schwerer oder leichter als Luft) und den Umgebungsbedingungen richtig eingesetzt sind (siehe ortsfeste Gaswarneinrichtungen für den Explosionsschutz Einsatz und Messprinzipien - 9/95- ZH 1/8.3). Die Gaswarngeräte müssen jedoch so eingesetzt werden, dass nach einem optischen bzw. akustischem Alarm genügend Zeit verbleibt, um etwaige Zündquellen unwirksam machen zu können.
Nach Beendigung der Arbeit und dessen Meldung muss nun die Wirksamkeit des erforderlichen Explosionsschutzes wieder hergestellt werden.

Inbetriebnahme

Nach Errichten einer Anlage muss der Betreiber veranlassen, diese vor der ersten Inbetriebnahme auf ihren ordnungsgemäßen Zustand durch ein Fachkraft prüfen zu lassen. Als Fachkraft für die elektrischen Anlagen in Deutschland wird eine Elektrofachkraft benötigt, die natürlich zusätzlich die Kenntnisse des Explosionsschutzes haben muss. Als Prüfungsgrundlage muss der Stand der Technik berücksichtigt werden. Die Durchführung der Prüfung kann auch durch eine entsprechend ausgebildete Fachkraft eines Fremdunternehmens durchgeführt werden. Eine zwingende Dokumentation ist bisher in der Regel nicht vorgeschrieben, kann aber von der Behörde veranschlagt werden. Es empfiehlt sich, immer dann eine schriftliche Bestätigung zu verlangen, wenn Prüfer und Betreiber nicht aus dem gleichen Unternehmen stammen. Für den Fall, dass Planer und Errichter aus verschiedenen Unternehmen stammen, müssen die Verantwortungsbereiche untereinander genau abgestimmt werden. Bei eigensicheren Stromkreisen müssen die Planungsgrundlagen für den Nachweis der Eigensicherheit mit der Montage koordiniert werden, denn Veränderungen der Montage können Einfluss aus den Nachweis der Eigensicherheit haben.

Montage

Hinweise zur Montage finden Sie im Kapitel „Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ (S. 42).

Wartung

Sicherheitsmaßnahmen

Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, die unter Spannung stehen, sind in explosionsgefährdeten Bereichen grundsätzlich verboten.
Als Ausnahmen sind Arbeiten an eigensicheren Stromkreisen zugelassen und in Sonderfällen auch Arbeiten an anderen elektrischen Anlagen. In diesem Fall muss die Betriebsleitung mit einem Erlaubnisschein schriftlich bestätigen, dass für die Dauer der Arbeiten am Arbeitsort keine Explosionsgefahr besteht.
Die Spannungsfreiheit darf nur mit explosionsgeschützten Messgeräten geprüft werden. Als Ausnahmen gelten nur die beiden oben genannten Sonderfälle.
In explosionsgefährdeten Bereichen darf nur dann geerdet oder kurzgeschlossen werden, wenn keine Explosionsgefahr besteht.

Betrieb

Der verantwortliche Betreiber muss gemäß §13 ElexV folgende wichtigen Grundsätze beachten:

- Ordnungsgemäßer Betrieb der elektrischen Anlage
- Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes der elektrischen Anlage
- Ständige Überwachung der elektrischen Anlage
- Unverzügliche Durchführung der notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen
- Betriebseinstellung bei nicht behebbaren Mängeln durch welche Personen gefährdet werden können

Ordnungsgemäßer Betrieb

Nachdem eine Anlage ordnungsgemäß errichtet worden ist, muss sie auch nach dem Stand der Technik ordnungsgemäß betrieben werden.
Über eine allgemeine Verwaltungsvorschrift zur ElexV wurden bereits die VDE-Bestimmungen zitiert, die das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung für besonders relevant einstuft. Jedoch müssen auch neuere Normen berücksichtigt werden, wenn dort im Rahmen der Sicherheit neue Erkenntnisse beschrieben werden. Zusätzlich zu den Normen und Richtlinien sind auch die sicherheitsrelevanten Angaben der Hersteller aus den Dokumentationsunterlagen verbindlich zu befolgen.

Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes

Bereits vor der ersten Inbetriebnahme muss der verantwortliche Betreiber durch eine Prüfung sicherstellen, dass sich die Anlage in einem ordnungsgemäßen Zustand befindet. Nach der Inbetriebnahme muss ebenfalls sichergestellt werden, dass der ordnungsgemäße Zustand erhalten bleibt. Dazu müssen die Anlagen nach §13 ElexV ständig überwacht werden. Mängel, die bei dieser Überwachung erkannt werden, müssen unverzüglich behoben werden. Außerdem muss der ordnungsgemäße Zustand durch wiederkehrende Prüfungen, die mindestens alle drei Jahre durchzuführen sind (§12 ElexV), nachgeprüft werden. Diese Prüfungen können entfallen, wenn die elektrischen Anlagen unter Leitung eines verantwortlichen Ingenieurs ständig überwacht werden.

Ständige Überwachung

Unter der „ständigen Überwachung“ versteht man die kontinuierliche Betreuung der elektrischen Anlagen durch fach- und ortskundiges Personal mit dem Ziel der dauerhaften Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes, der schnellen Erkennung und unverzüglichen Beseitigung von auftretenden Mängeln und der frühzeitigen Erkennung von Veränderungen mit Einleitung von angemessenen Gegenmaßnahmen.
Zur Realisierung der ständigen Überwachung muss der verantwortliche Betreiber der Anlage fachkundiges Personal dauerhaft beschäftigen und ihnen ausreichend Freiraum für die Betreuung der Anlagen einräumen. Als Mindestanforderung wird die Ausbildung als Elektrofachkraft vorausgesetzt. Zusätzlich müssen hinreichende Kenntnisse auf dem Fachgebiet Explosionsschutz vorhanden sein. Damit mögliche Schwachstellen frühzeitig erkannt werden können, müssen spezielle Kenntnisse der elektrischen Anlage sowie deren Beanspruchung vorhanden sein.
Im Rahmen seiner Betreuungsaufgaben, wie zum Beispiel Kontrollgänge, Inspektionen, Wartungsarbeiten, Reinigungsarbeiten, Fehlersuche, Schalthandlungen, An- und Abklemmarbeiten, Einstell- und Abgleicharbeiten, Änderungen und Montagearbeiten erkennt die Elektrofachkraft auftretende Mängel bzw. Veränderungen sehr frühzeitig, so dass die erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden können.

Ständige Überwachung durch den verantwortlichen Ingenieur

Für Anlagen, die von einem verantwortlichen Ingenieur ständig überwacht werden, entfallen die zusätzlichen Prüfungen nach §12 ElexV. Bei der Qualifikation des verantwortlichen Ingenieurs steht die Funktionsbeschreibung und nicht der Ausbildungsgang im Vordergrund. Es handelt sich hierbei um eine verantwortliche Person in einer leitenden Funktion, die zum Beispiel durch einen ausgebildeten Techniker mit entsprechenden Fachkenntnissen wahrgenommen werden kann. Aufgrund dieser Kenntnisse regelt er die Qualifikation des Fachpersonals sowie die Durchführung der ständigen Überwachung, indem er entsprechende Arbeitsabläufe festlegt, die Veränderungen der Umgebungsbedingungen, die Rückmeldungen der Instandhaltung und stichprobenartige Einzelprüfungen analysiert, um daraus frühzeitig notwendige Maßnahmen für die Adaptierung der elektrischen Anlagen vorzunehmen. Als Hilfestellung bei der Durchführung seiner Aufgaben kann er geeignete Maßnahmen aus der EN 60 079-17: DIN VDE 0165 Teil10 „Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen“ heranziehen.

Instandhaltung

Die Instandhaltung ist die Gesamtheit aller Maßnahmen (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Festlegung und Beurteilung des Istzustandes. Die Inspektion oder auch Überwachung hilft anstehende Wartungsarbeiten vorzubereiten und Trends für mögliche Schäden aufzuzeigen. Die Inspektion in Form einer Sichtkontrolle zeigt der erfahrenen Fachkraft z.B. durch Tröpfchenbildung an Schaltkästen, ob intensivere Prüfungen notwendig werden. Durch diese Erfahrungen gesteuert müssen in Abhängigkeit der benutzten Zündschutzart Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Wenn es sich dabei um Betriebsmittel handelt, die nach ATEX Richtlinie 94/9/EG gefertigt und zugelassen sind, sind die notwendigen Wartungsarbeiten aus der Betriebsanleitung zu entnehmen. Nachfolgend sind einige mögliche Wartungsarbeiten angegeben.
Da druckfeste Gehäuse durch den in VDE0171 geforderten Spalt und EEx-e-Gehäuse nur bedingt wassergeschützt sind (IP 44 und IP 54), ist auf Wasseransammlung im Gehäuse besonders zu achten.
Angerostete Spalte dürfen nicht durch Schleifmittel oder Drahtbürsten gereinigt werden, sondern mit chemischen Mitteln wie reduzierenden, harz- und säurefreien Ölen. Anschließend sind die Spaltflächen wieder sorgfältig zu konservieren.
Es ist besonders darauf zu achten, dass abgenommene Deckel wieder auf das richtige Gehäuseunterteil aufgesetzt und gut verschraubt werden. Gleichartige Deckel dürfen nicht vertauscht werden!
Die Dichtung bei EEx-e-Gehäusen ist auf Beschädigungen zu überprüfen und, falls nötig, auszutauschen.
Insbesondere im EEx-e-Raum sind Klemmen nachzuziehen. Verfärbungen deuten auf höhere Temperatur hin.
Stopfbuchsverschraubungen, Verschlussstopfen und Flansche sind auf Dichtheit und festen Sitz zu prüfen.
Beim Auswechseln von Glühlampen ist darauf zu achten, dass nur solche Lampen eingesetzt werden dürfen, die für die Leuchte zugelassen sind.
Überstrom-Schutzeinrichtungen und die Zugehörigkeit der Sicherungen, Motorbetriebsströme und t_E-Zeiten sind zu überprüfen. Motorwicklungen und Lager von Motoren sind – soweit möglich – auf Beschädigungen (Rollgeräusche) und Veränderungen (Temperaturerhöhungen) zu kontrollieren.
Sandfüllungen in Kabelkanälen und Wanddurchführungen sind zu überprüfen. Kabelgräben und -kanäle sind auf Wasseransammlungen zu prüfen. Mäntel der Kabel und Leitungen sind auf Unversehrtheit und Kabelbühnen auf mechanische und chemische Beschädigungen zu kontrollieren.

Instandsetzung

Instandsetzungsmaßnahmen sollten geplant und in der Regel während eines ebenfalls geplanten Betriebstillstandes durchgeführt werden.

Austausch von Betriebsmitteln

An elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln in Räumen mit explosionsfähiger Atmosphäre darf nur dann gearbeitet werden, wenn von dem zuständigen Betriebsleiter ein Erlaubnisschein mit den erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen vorliegt und diese Maßnahmen bereits durchgeführt sind.
Beim Austausch elektrischer Betriebsmittel ist auf den bestimmungsgemäßen Einsatz zu achten, also Temperaturklasse, Explosionsklasse und (Ex-) Zone bzw. Gerätekategorie.
Konformitätsbescheinigungen, PTB-Prüfscheine und Bauartzulassungen müssen vorliegen. Für Betriebsmittel nach ATEX Richtlinie 94/9/EG müssen die Konformitätserklärung des Herstellers und die zugehörige Betriebsanleitung vorliegen.
Bei Motoren der Zündschutzart EEx-e ist die t_E-Zeit zu beachten.
Lampen in ortsfesten Leuchten dürfen nur ausgewechselt werden, wenn

- in Zone 0 Außen- und Neutralleiter ausgeschaltet sind,
- in Zone 1 mindestens der/die Außenleiter ausgeschaltet ist/sind.

Lampen in ortsveränderlichen Leuchten dürfen nur außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen ausgewechselt werden.
Lampen sind nur durch solche zu ersetzen, die nach Leistung und Typ den Angaben auf der Leuchte entsprechen.
Bei Leuchten der Schutzart „Erhöhte Sicherheit“ sind nur Allgebrauchslampen nach DIN EN 16064 und EM 432 zu verwenden. Bei Sonderlampen sind nur solche zu verwenden, deren Kenn-Nummer auf dem Leistungsschild der Leuchte angegeben ist.

Zum Auswechseln der Glühlampen von Hand- oder Hohlraumleuchten sind nur Glühlampen für Spannungen bis 42 V, oder bei höheren Spannungen, nur als stoßfest gekennzeichnete Glühlampen zu verwenden.
In Bereichen mit Stoffen der Explosionsgruppe IIC besteht Zündgefahr bei Lampenbruch schon im spannungslosen Zustand. Deshalb dürfen Leuchtstofflampen nur ausgewechselt werden, wenn sichergestellt ist, dass während des Wechsels oder des Transportes keine Explosionsgefahr besteht.

Nach Abschluss der Arbeiten müssen
- Kabelkanäle wieder mit Sand gefüllt oder gut belüftet und entwässert werden,
- Durchführungsöffnungen von Kabeln und Leitungen zu nicht-explosionsgefährdeten Bereichen wieder dicht verschlossen werden,
- nicht benutzte Kabel- und Leitungseinführungen an elektrischen Betriebsmitteln zuverlässig und gegen Selbstlockern gesichert verschlossen werden,
- die Verschraubungen von Kabeln und Leitungen dicht sein.

Instandsetzung von Betriebsmitteln

Betriebsmittel müssen nach Instandsetzungen der Teile, von denen der Explosionsschutz abhängt, von einem anerkannten Sachverständigen überprüft werden (§9 ElexV). Bei positiver Beurteilung stellt dieser eine Sachverständigen-Bescheinigung aus. Erst danach darf das Betriebsmittel wieder in Betrieb genommen werden. Eine Überprüfung durch den Sachverständigen kann entfallen, wenn die Reparatur vom Hersteller des Betriebsmittels durchgeführt und das Betriebsmittel danach einer erneuten Stückprüfung unterzogen wurde.
Werden bei einem Motor z.B. nur die Lager gewechselt, ist keine Sachverständigenabnahme erforderlich.
Wenn Sonderanfertigungen für einen bestimmten Anwendungsfall installiert wurden, müssen diese ebenfalls von einem anerkannten Sachverständigen geprüft und bescheinigt werden (§ 10 ElexV; ab 01.07.2003 nicht mehr möglich).
Hinweise für die erforderlichen Prüfungen nach Instandsetzungen können der Veröffentlichung von Dreier und Krovoza (Arbeitsschutz Nr. 3/1968 S. 79) entnommen werden.

Änderungen an Betriebsmitteln

Wenn ein Teil eines elektrischen Betriebsmittels, von dem der Explosionsschutz abhängt (z.B. neue Durchführungen), umgebaut oder geändert wird, gilt dies als Sonderanfertigung. Das Betriebsmittel darf erst wieder in Betrieb genommen werden, nach dem es von einem anerkannten Sachverständigen überprüft wurde (§10 ElexV-alt). Dieser muss dann eine Bescheinigung ausstellen. Dies gilt auch für elektrische Betriebsmittel, die keine Baumusterprüfung besitzen. Davon nicht betroffen ist der Austausch von Originalgeräten und Verdrahtungsänderungen in druckfesten Räumen. Nach letzten Änderung der ElexV wurde der §10 gestrichen, so dass von diesen Sachverständigen Sonderanfertigungen nur noch bis zum 30. Juni 2003 ausgestellt werden dürfen.

Definition der explosionsgefährdeten Bereiche und Anforderungen an explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel im Weltmarkt

Zusammenfassung der weltweit vorhandenen Explosionsschutzmaßnahmen, Normen, Kategorien und Klassifizierungen:

Auf dem Weltmarkt werden explosionsgefährdete Bereiche entweder nach der IEC Publikation IEC 60079-10 (in Europa EN 60079-10) oder nach dem NEC (National Electrical Code) in Bereiche unterschiedlichere Gefährdung unterteilt.

Nachstehend ein kurzer Überblick der NEC Anforderungen sowie ein Vergleich der Anforderungen/Festlegungen nach IEC (EN) und NEC. Umfassende Informationen können dem Crouse-Hinds Code Digist entnommen werden. Diese Druckschrift kann auf der Homepage von Crouse-Hinds „www.crouse-hinds.com“ bestellt werden.

NEC:

Klassifizierung nach explosionsfähigem Medium:

Class I	Gas- und Dampf-Luftgemische
Class II	Staub-Luftgemische
Class III	Faser-Luftgemische

Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche:

Division 1 Bereiche in denen brennbare Gase oder Dämpfe vorhanden sein können:
- unter normalen Betriebsbedingungen
- häufig im Falle von Instandsetzungs- oder Wartungsarbeiten
- bei Betriebsstörungen oder fehlerhafter Arbeitsweise an Apparaturen oder im Prozessablauf, wenn dabei gleichzeitig Störungen an elektrischen Betriebsmitteln verursacht werden können

In der Class III gehören zur Division 1 Bereiche, in denen Fasern oder Schwebstoffe in solchen Mengen vorhanden sein können, dass sie, aufgewirbelt, mit Luft ein zündfähiges Gemisch bilden können.

Division 2 Bereiche, in denen sich brennbare Gase, Dämpfe oder leicht verdampfbare Flüssigkeiten in geschlossenen Systemen oder entsprechenden Behältern befinden; Bereiche, in denen die Bildung zündfähiger Gemische unter normalen Betriebsbedingungen durch eine Zwangsbelüftung verhindert ist; Bereiche die an die Division 1 angrenzen, so dass gelegentlich Schwaden in sie eindringen können.

In der Class III gehören zur Division 2 Bereiche, in denen leicht entzündbare Fasern gelagert oder verarbeitet werden.

Einteilung explosionsfähiger Gemische in Explosionsgruppen

Gruppe A	Acetylen
Gruppe B	Wasserstoff
Gruppe C	Ethylen
Gruppe D	Propan
Gruppe E	Metallstaub
Gruppe F	Kohlenstaub
Gruppe G	Mehlstaub

Einteilung in Temperaturklassen:

T1	max.	450°C
T2		300°C
T2A		280°C
T2B		260°C
T2C		230°C
T2D		215°C
T3		200°C
T3A		180°C
T3B		165°C
T3C		160°C
T4		135°C
T4A		120°C
T5		100°C
T6		85°C

Vergleich NEC IEC/EN:

Gefahren Kategorien/Gas Gruppen:

	Beispiele	NEC 500-503	NEC 505 IEC 60079-0 EN 50014
Class I	**Gase und Dämpfe**		
	Acetylen	Gruppe A	Gruppe IIC
	Wasserstoff	Gruppe B	Gruppe IIC
	Ethylen	Gruppe C	Gruppe IIB
	Propan	Gruppe D	Gruppe A
Class II	**Stäube**		
	Metallstaub	Gruppe E	
	Kohlenstaub	Gruppe F	
	Getreidestaub	Gruppe G	
Class III	**Fasern**		
	Holz, Papier	keine Untergruppen der Stoffverarbeitung vorhanden	

Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche:

	Gefahr langzeitig oder häufig	Gefahr gelegentlich	Gefahr nur bei Störungen u. kurzzeitig
Nordamerika NEC 500-503	Division 1	Division 1	Division 2
Nordamerika NEC 505 IEC / EN	Zone 0 (Gas) Zone 20 (Staub)	Zone 1 (Gas) Zone 21 (Staub)	Zone 2 (Gas) Zone 22(Staub)
Gerätekategorien nach Richtlinie 94/9/EG	G1 (Gas) D1 (Staub)	G2 (Gas) D2 (Staub)	G3 (Staub) D3 (Staub)

Einteilung in Temperaturklassen:

Maximal zulässige Oberflächentemperatur	NEC Tabelle 500-3(d)	IEC 60079-0 EN 50014
450°C	T1	T1
300°C	T2	T2
280°C	T2A	
260°C	T2B	
230°C	T2C	
215°C	T2D	
200°C	T3	T3
180°C	T3A	
165°C	T3B	
160°C	T3C	
135°C	T4	T4
120°C	T4A	
100°C	T5	T5
85°C	T6	T6

Übersicht der Zündschutzarten und ihre zulässige Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

Zündschutzart	Symbol	IEC Standard	EN Norm	Einsetzbar in Division	Einsetzbar in Zone
Allgemeine Bestimmungen		IEC 60079-0	EN 50014		
Ölkapselung	o	IEC 60079-6	EN 50015	1 und 2	1 und 2
Überdruckkapselung	p	IEC 60079-2	EN 50016	1 und 2	1 und 2
Sandkapselung	q	IEC 60079-5	EN 50017	2	1 und 2
Druckfeste Kapselung	d	IEC 60079-1	EN 50018		1 und 2
Erhöhte Sicherheit	e	IEC 60079-7	EN 50019	2	1 und 2
Eigensicherheit	i	IEC 60079-11	EN 50020	1 und 2	0*,1 und 2
Elektrische Betriebsmittel der Zündschutzart „n“	n	IEC 60079-15	EN 50021	2	2
Vergusskapselung	m	IEC 60079-18	EN 50028		1 und 2

Vergleich NEMA Zuordnung zu IP Schutzgrad

NEMA	IP
3	IP 54
3R	IP 54
3S	IP 54
4 und 4X	IP 56
5	IP 52
6 und 6P	IP 67
12 und 12 K	IP 52

IP-Schutzarten

Die IP-Schutzarten sind nach EN 60529 (Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz) definiert:

Schutzgrade gegen feste Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer

Schutzgrad		
Erste Kennziffer	**Kurzbeschreibung**	**Definition**
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper 50 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen *)
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper 12,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen *)
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper 2,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen *)
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper 1 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 1 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen *)
5	Staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub

*) Anmerkung: Der volle Durchmesser der Objektsonde darf nicht durch eine Öffnung des Gehäuses hindurchgehen.

Schutzgrade gegen Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer

Schutzgrad		
Kennziffer	**Kurzbeschreibung**	**Definition**
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkungen haben.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.
8	Geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für Kennziffer 7.

Tabelle 1 – Verfahren zur Beurteilung der Einstufung in Zonen nach ElexV, EX-RL u. VDE 0165

1. Sind explosionsfähige Stoffe im Einsatz, die eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können?
Ja / Nein

2. Wenn ja: Ermittlung und Bewertung der Explosionsrisiken

3. Festlegung der Zone gemäß Richtlinie 1999/92/EG, ElexV, EX-RL und VDE 0165 ob

Zone 0
Zone 1
Zone 2
Zone 20
Zone 21
Zone 22

3.1	3.2	3.3
Klären: Welche Stoffe kommen zum Einsatz? 1. Flamm-punkt 2. Vol-% oder Gew-% 3. Dichte 4. Glimm-temperatur 5. Zünd-temperatur 6. Explosions-gruppe	Daten nach 3.1 in EX-RL anwenden. Prüfen, ob praktischer Fall mit Beispiel in EX-RL übereinstimmt; Zone und Zonenausdehnung ablesen.	Ggf. andere Normen für die Zonen-Einordnung heranziehen, z.B. VbF/TRbF und andere.

4. Entscheidung anhand TABELLE 2

4.1 Berücksichtigung der Herstellerangaben

4.2 Installationsart je nach Zone

Tabelle 2
Schnellorientierung beim Explosionsschutz

Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen in der Bundesrepublik Deutschland Übersicht gemäß 94/9/EG, 1999/92/EG, ExVO, ElexV; EX-RL; VDE 0165, 0170/0171				
Zone	**Explosionsfähige Atmosphäre**	**Brennbare Medien/Stoffe**	**Gerätekategorie**	**Elektroinstallations-Ausführung**
0	ständig, langzeitig	Gase, Nebel, Dämpfe	1G	nach VDE 0165 (2/91) nach VDE 0165 Teil 1 (8/98) nach VDE 0170/0171 Teil 1, 12
1	gelegentlich	Gase, Nebel, Dämpfe	2G	nach VDE 0165 (2/91) nach VDE 0165 Teil 1 (8/98) nach VDE 0170/0171 Teil 1-11
2	nicht damit zu rechnen, kurzzeitig	Gase, Nebel, Dämpfe	3G	nach VDE 0165 (2/91) nach VDE 0165 Teil 1 (8/98) nach VDE 0170/0171 Teil 1, 16
20	ständig, langzeitig	Stäube	1D	nach VDE 0165 (2/91) nach VDE 0165 Teil 2 (11/99) nach VDE 0170/0171
21	gelegentlich	Stäube	2D	nach VDE 0165 (2/91) nach VDE 0165 Teil 2 (11/99) nach VDE 0170/0171
22	nicht damit zu rechnen, kurzzeitig	Stäube	3D (2D)*	nach VDE 0165 (2/91) nach VDE 0165 Teil 2 (11/99) nach VDE 0170/0171

* Bei leitfähigen Stäuben

Anhang 1 – Muster einer Sachverständigen-Bescheinigung nach § 9 ElexV

Sachverständigen-Bescheinigung nach § 9 ElexV

Das von der Firma _____

Instand gesetzte – elektrische Betriebsmittel

_____

_____

(genaue Bezeichnung des elektrischen Betriebsmittels)

mit folgenden Kennzeichen und Angaben

_____

habe ich geprüft. Es entspricht den Anforderungen der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen vom 13. Dezember 1996 (BGBl.I S. 173) in nachstehenden Punkten **nicht**: (nicht zutreffendes streichen)

_____

_____

Der anerkannte Sachverständige:

_____ _____

(Ort) (Datum) (Unterschrift)

_____

(Datum, Aktenzeichen und Behörde, die die Anerkennung ausgesprochen hat)

Anhang 2 – Muster einer Sachverständigen-Bescheinigung nach § 10 ElexV (alt)

Sachverständigen-Bescheinigung nach § 10 ElexV (alt)

Aufgrund des § 10 der „Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen“ vom 27. Februar 1980 (BGBl. S. 173) wurde als Sonderanfertigung

_____

auf Explosionsschutz in Schutzart _____

nach VDE _____ Abschnitt _____ geprüft.

Prüfungsunterlagen: _____

Beurteilung: Die Sonderanfertigung entspricht _____

_____

Die Sonderanfertigung entspricht in folgenden Punkten **nicht** den Anforderungen der

ElexV _____

Kennzeichen:
(sind auf dem Betriebsmittel anzubringen)

Eine Ausnahme nach § 5 Abs. 1 ElexV wird für erforderlich gehalten/wird **nicht** für erforderlich gehalten.

Der anerkannte Sachverständige:

(Ort) (Datum) _____ (Unterschrift) _____

(Datum, Aktenzeichen und Behörde,
die die Anerkennung ausgesprochen hat)
_____

Anhang 3 – Muster einer Installations-Bescheinigung

Installations-Bescheinigung

nach § 12 Abs. 1 der Verordnung über elektrische Anlagen
in explosionsgefährdeten Räumen (ElexV)

Die im Bereich der Firma: _____

errichtete - geänderte Anlage _____

_____

(genaue Angabe der Art und Ort der Anlage)

entspricht der Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (ElexV) vom 13. Dezember 1996 (BGBl. S. 214) sowie der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (VBG 4).

Es wurden insbesondere die VDE-Bestimmungen 0100, 0101, 0165, 0800 beachtet. Schutzmaßnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen nach VDE 0100 sind getroffen und auf ihre Wirksamkeit überprüft.

Die von uns in der Anlage installierten elektrischen Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Räumen entsprechen VDE 0171 und
genügen im Hinblick auf die Gase, Dämpfe und Stäube der:

Temperaturklasse: _____ Staubexplosionsklasse: _____

_____

(Abt. Kurzz.) (Ort-Zeichen)

_____ _____

(Ort) (Datum) (Unterschrift des Zeichnungsbefugten und Firmenstempel)

Anhang 4 – Muster eines Erlaubnisscheins

Erlaubnisschein für explosionsgefährdete Bereiche

Zutreffendes ankreuzen. Nichtzutreffendes in angekreuzten Zeilen streichen

Erlaubnis für Schweiß-, Brenn- und andere Funken erzeugenden Arbeiten, für Bohren, Schleifen, Schlag- und Stemmarbeiten, für den Einsatz nicht explosionsgeschützter Geräte.

A **1.** Auftraggeber: _____ Bau: _____ Tel.: _____ Meister: _____

2. Arbeitsstelle und Art der Arbeit _____

_____

3. Erlaubnis von _____ Uhr, bis _____ Uhr, für die Zeit _____

4. Für Werkstätte/Fa. _____ Bau _____ Meister _____

B Gefahrenstellen in der Umgebung der Arbeitsstelle, Bauten, Apparate usw.	Zuständiger	Bau	Telefon
1.			
2.			
3.			
4.			

C Sicherungsmaßnahmen

durchzuführen von: — erledigt

☐ **1.** Prüfen auf Dichtheit von Rohrleitungen u. Apparaten in der Umgebung der Arbeitsstelle _____ ☐

☐ **2.** Lösch- und andere Sicherungsmaßnahmen _____

☐ a. Bereitstellen von Löschwasser, Feuerlöscher an der Arbeitsstelle _____ ☐

☐ b. Feuerwehrschlauch anschließen _____ ☐

☐ c. Sicherungsposten aufstellen

☐ Handwerker ☐ Betriebsangehöriger ☐ Aufsichtsführender ☐ Feuerwehrmann _____ ☐

☐ d. Beseitigen von brennbaren Stoffen, Dämpfen, Gasen oder Staubablagerungen _____ ☐

☐ e. _____ ☐

☐ f. _____ ☐

3. Kennzeichnung der Arbeitsstelle (Straße, Gleisanlage usw.)

☐ a. Durch rote Flaggen (20 m beiderseits der Arbeitsstelle) _____ ☐

☐ b. Durch Schilder (z.B. Feuerarbeiten auf Rohrbrücke) _____ ☐

☐ c. Absperrung, Umleitung für Tankfahrzeuge, Sperrung für Gleisfahrzeuge _____ ☐

4. Sicherung der Umgebung gegen Schweißfunke

☐ a. Abdecken der benachbarten Leitungen _____ ☐

☐ b. Schutzwand anbringen, Dachhaut schützen, evtl. feucht halten _____ ☐

☐ c. Bei Zugverkehr Arbeiten einstellen _____ ☐

☐ d. Von feuergefährlichen Kesselwagen, Tanklagern usw. Mindestabstand von ____ m halten _____ ☐

☐ e. Abdecken bzw. Abdichten von Rohrdurchbrüchen, Gitterrosten, Licht- und Kanalschächten _____ ☐

☐ f. _____ ☐

5. Für Arbeiten in und an Behältern, Apparaten, Gruben, Rohrleitungen, an ausgebauten Anlagenteilen, in engen Räumen usw. Zusätzliche Maßnahmen auf:

☐ a. Befahr-Erlaubnis _____ Nr. _____ vom _____ ☐

☐ b. Arbeitserlaubnis _____ Nr. _____ vom _____ ☐

☐ c. Sicherungsschein für elektrische Betriebsmittel Nr. _____ vom _____ ☐

☐ d. _____ ☐

6.

☐ a. Vor Beginn der Arbeit **täglich** melden bei B 1, 2, 3, 4. _____ ☐

☐ b. Ende der Arbeit **täglich** melden bei B 1, 2, 3, 4. _____ ☐

7.

☐ a. Kontrolle der angekreuzten Sicherungsmaßnahmen durch (Name) _____ ☐

☐ b. Kontrolle der Arbeitsstelle nach Beendigung der Arbeiten durch (Name) _____ ☐

C Einverständnis der Zuständigkeiten für die Gefahrenstellen

Arbeitsbeginn gemeldet

am: _____ bei: _____

Für B 1 Maßnahmen C Ziffer _____

Für B 2 Maßnahmen C Ziffer _____

Für B 3 Maßnahmen C Ziffer _____

Für B 4 Maßnahmen C Ziffer _____

Datum — Unterschriften

Erlaubnisschein ausgestellt _____

Datum — Unterschrift des Betriebsleiters oder dessen Beauftragte

Anhang 5
Literaturverzeichnis

Titel	Verfasser	zu beziehen bei
Explosionsschutz elektrischer Anlagen Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (Kommentar und Textsammlung)	Jeiter, W. und Nöthlichs, M.	Erich Schmidt Verlag GmbH, Berlin
Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElexV)	Steyer, H., Birkhahn, W. und Isselhard, K.	Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, Bonn, München
Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen vom 27. Februar 1980	Bundesgesetzblatt I, Nr. 8 vom 1. März 1980, S. 214	Bundesanzeiger Verlags mbH
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen	Bundesanzeiger Nr. 43 vom 1. März 1980, S. 5	Bundesanzeiger Verlags mbH
Richtlinien für die Vermeidung von Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung Explosionsschutz-Richtlinien-(EX-RL) 1985	Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie	Druckerei Winter, Postfach 106140, Heidelberg 1
Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) und Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)		Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, Bonn, München
Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (VbF) vom 27. Februar 1980	Bundesgesetzblatt I Nr. 8 vom 1. März 1980, S. 229	Bundesanzeiger Verlags mbH
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Verordnung über brennbare Flüssigkeiten vom 27. Februar 1980	Bundesanzeiger Nr. 43 vom 1. März 1980, S. 5	Bundesanzeiger Verlags mbH
Bergverordnung über allgemeine Zulassung schlagwettergeschützter elektrischer Betriebsmittel (Elektrozulassungs-Bergverordnung – ElZulBergV)	Bundesgesetzblatt Nr. 54 Teil 1 (1983)	Bundesanzeiger Verlags mbH
Das neue Gerätesicherheitsgesetz (1980)	Jeiter, W.	Verlag C. H. Beck, München
Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe; 2. Aufl. (1963) 5. Nachtrag 1980	Narbert, K. und Schön, G.	Deutscher Eichverlag Berlin W 30
Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen – Richtlinien „Statische Elektrizität“ – (1980)	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Arbeitsmedizin Bonn	Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, Bonn, München
Merkblatt „B“ der physikalischen Bundesanstalt, Gruppe 3.5; 1985	PTB	PTB
Neues Prüf- und Bescheinigungsverfahren für explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel	Dreier, H. und Hofer, D.	PTB Mitteilungen Nr. 4 (1980)

Anhang 6
Harmonisierte Normen nach Richtlinie 94/9/EG

Titel	Verfasser	zu beziehen bei
EN 1127-1: 1997 Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1. Grundlagen und Methodik	CEN	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50014: 1997 Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Allgemeine Bestimmungen Änderung A2: 1999 zu EN 50014: 1997 Änderung A1: 1999 zu EN 50014: 1997	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50015: 1998 Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Ölkapselung „o“	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50017: 1998 Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Sandkapselung „q“	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50021: 1999 Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Zündschutzart „n“	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50054: 1998 Elektrische Geräte für Detektion und die Messung brennbarer Gase – Allgemeine Anforderungen und Prüfmethoden	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50055: 1998 Elektrische Geräte für Detektion und die Messung brennbarer Gase – Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten der Gruppe I mit einem Messbereich bis zu 5 % (V/V) Methan in Luft	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50056: 1998 Elektrische Geräte für Detektion und die Messung brennbarer Gase – Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten der Gruppe I mit einem Messbereich bis zu 100 % (V/V) Methan in Luft	CENELEC	VDE- Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50057: 1998 Elektrische Geräte für Detektion und die Messung brennbarer Gase – Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten der Gruppe II mit einem Messbereich bis zu 100 % der unterren Explosionsgrenze	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50058: 1998 Elektrische Geräte für Detektion und die Messung brennbarer Gase – Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten der Gruppe II mit einem Messbereich bis zu 100 % (V/V) Gas	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50104: 1998 Elektrische Geräte für Detektion und die Messung von Sauerstoff –Anforderungen an das Betriebsverhalten und Prüfmethoden	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50241-1: 1999 Anforderungen an Geräte mit offener Messstrecke für die Detektion brennbarer oder toxischer Gase und Dämpfe – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin

Titel	Verfasser	zu beziehen bei
EN 50241-2: 1999 Anforderungen an Geräte mit offener Messstrecke für die Detektion brennbarer oder toxischer Gase und Dämpfe – Teil 2: Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten für die Detektion brennbarer Gase	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50281-1-1: 1998 Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 1: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse – Konstruktion und Prüfung	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50281-1-2: 1998 Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 1-2: Elektrische Betriebsmittel mit Schutz durch Gehäuse – Auswahl, Errichten und Instandhaltung Und Corrigendum Dezember 1999 zu EN 50281-1-2: 1998	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50281-2-1: 1998 Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 2-1: Untersuchungsverfahren – Verfahren zur Bestimmung der Mindestzündtemperatur von Staub	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin
EN 50284: 1999 Spezielle Anforderungen an Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel der Gerätegruppe II, Kategorie 1G	CENELEC	VDE-Verlag GmbH 10625 Berlin

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten.

Die Angaben wurden nach dem derzeitigen Stand der Normen und Vorschriften sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Verbindlich ist der jeweilige Stand der technischen und gesetzlichen Regeln.

Für Schäden, die sich aus der Verwendung dieser Angaben ergeben könnten, wird keine Haftung übernommen.

© 2000 CEAG Sicherheitstechnik GmbH
Senator-Schwartz-Ring 26
D-59494 Soest/Germany

Satz: Scholz-Druck, Dortmund
Druck: Scholz-Druck, Dortmund

Druckschrift Nr. 1213/5/09.00/SD
Printed in the Federal Republic of Germany

1213/5/09.00/SD
Änderungen vorbehalten

COOPER Crouse-Hinds

CEAG Sicherheitstechnik GmbH

Senator-Schwartz-Ring 26
D-59494 Soest
Telefon +49(0) 29 21/69-0
Telefax +49(0) 29 21/69-6 36
Internet http://www.ceag.de
E-Mail info@ceag.de

Neuer Weg – Nord 49
D-69412 Eberbach
Telefon +49(0) 62 71/81-02
Telefax +49(0) 62 71/81-4 76